

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1999 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 9-306823, A (Nikon Corp.), 28 November, 1997 (28. 11. 97) Page 1 (Family: none)	1, 16, 23-27
Y	JP, 9-17717, A (Nikon Corp.), 17 January, 1997 (17. 01. 97), Page 1 & KR, 97002480, A & US, 1774, H	1, 16, 23-27
Y	JP, 9-15872, A (Nikon Corp.), 17 January, 1997 (17. 01. 97), Page 1 & KR, 97002480, A & US, 1774, H	1, 16, 23-27

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
20 September, 1999 (20. 09. 99)

Date of mailing of the international search report  
28 September, 1999 (28. 09. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.





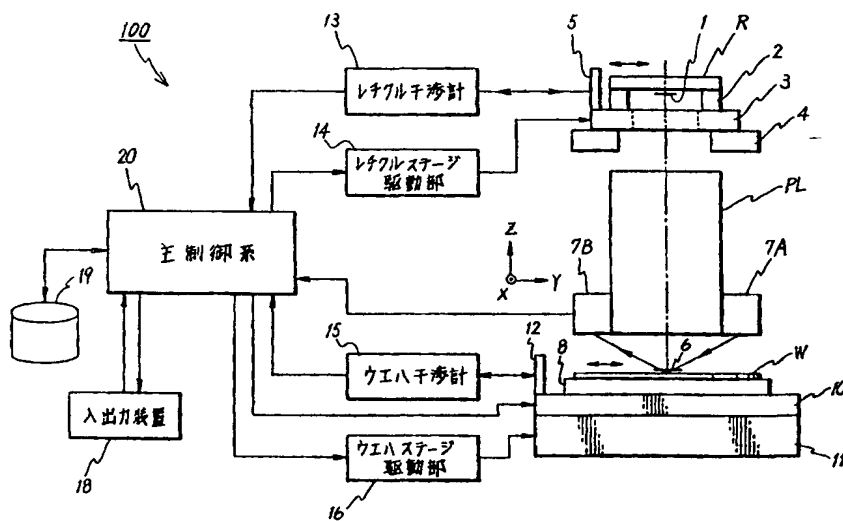
(51) 国際特許分類 <b>H01L 21/027, G03F 7/20</b>	<b>A1</b>	(11) 国際公開番号 <b>WO00/01001</b>  (43) 国際公開日 2000年1月6日(06.01.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/03458 (22) 国際出願日 1999年6月29日(29.06.99) (30) 優先権データ 特願平10/197977 1998年6月29日(29.06.98) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP) (72) 発明者 ; および (75) 発明者 / 出願人 (米国についてのみ) 宮地 敬(MIYACHI, Takashi)[JP/JP] 〒100-8331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP) (74) 代理人 立石篤司, 外(TETEISHI, Atsuji et al.) 〒194-0013 東京都町田市原町田5丁目4番20号 パセオビル5階 Tokyo, (JP)		(81) 指定国 AE, AL, AU, BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GD, GE, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KR, LC, LK, LR, LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG, SI, SK, TR, TT, UA, US, UZ, VN, YU, ZA, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)  添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: SCANNING EXPOSURE METHOD, SCANNING EXPOSURE APPARATUS AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME, AND DEVICE AND METHOD FOR MANUFACTURING THE SAME

(54) 発明の名称 走査露光方法、走査型露光装置及びその製造方法、並びにデバイス及びその製造方法

(57) Abstract

A main control system (20) determines the mode of focusing control based on data representing the surface condition of a demarcated area and stored in a storage (19) and data on the shape of the illuminated area of a wafer (W), controls actuators (21A, 22A, 23A) based on the results of sensing by a focusing sensor (7) in the determined focusing mode, controls a wafer stage driving section (16) while performing the focusing control of a wafer stage (10) holding a wafer (W) with respect to a projection optical system (PL), and performs synchronous movement control of a reticle stage (3) and the wafer stage (10), thus transferring the pattern formed on a reticle (R) onto the demarcated area on the wafer (W) through the projection optical system (PL). Thus, without requiring high focusing drive performance and without causing extreme degradation of image-forming performance, pattern transfer to a wafer can be realized.



13 ... RETICLE INTERFEROMETER  
 14 ... RETICLE STAGE DRIVING SECTION  
 15 ... WAFER INTERFEROMETER

16 ... WAFER STAGE DRIVING SECTION  
 18 ... INPUT/OUTPUT UNIT  
 20 ... MAIN CONTROL SYSTEM

主制御系 20 が、記憶装置 19 に記憶された区画領域の表面状態を示すデータと基板 W の照明領域の形状に関するデータとに基づいて、合焦制御のモードを決定する。そして、主制御系 20 が、決定された合焦モードで、フォーカスセンサ 7 による検出結果に基づきアクチュエータ 21 A、22 A、23 A を制御し、ウエハ W を保持する基板ステージ 10 を投影光学系 P L に対する合焦制御を行つつ、主制御系がウエハステージ駆動部 16 を制御して、レチクルステージ 3 と基板テーブル 10 との同期移動制御を行うことにより、レチクル R に形成されたパターンを、投影光学系 P L を介してウエハ W 上の区画領域に転写する。こうして、高い合焦駆動能力を前提とせずに、極端な結像性能の劣化を起こすことなく、基板へのパターン転写を行うことができる。

PCT に基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載された PCT 加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SK	スロヴァキア
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SN	セネガル
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SZ	スワジランド
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MA	モロッコ	TD	チャード
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MC	モナコ	TG	トーゴ
BJ	ベナン	GN	ギニア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
CA	カナダ	HR	クロアチア		共和国	TR	トルコ
CC	中央アフリカ	HU	ハンガリー	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CH	スイス	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MW	マラウイ	US	米国
CM	カメルーン	IN	インド	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CN	中国	IS	アイスランド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CU	キューバ	JP	日本	NO	ノールウェー	ZA	南アフリカ共和国
CY	キプロス	KE	ケニア	NZ	ニュー・ジーランド	ZW	ジンバブエ
CZ	チェッコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		

## 明 細 書

走査露光方法、走査型露光装置及びその製造方法、並びにデバイス及びその製造方法

### 技術分野

本発明は、走査露光方法、走査型露光装置及びその製造方法、並びにデバイス及びその製造方法に関する。更に詳しくは半導体素子、液晶表示素子等をリソグラフィ工程で製造する際に用いられる走査露光方法、その走査露光方法が適用される走査型露光装置及びその製造方法、並びにその走査型露光装置を用いて製造されるデバイス及びその製造方法に関する。

### 背景技術

従来より、半導体素子等をフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際に、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）のパターンを投影光学系を介して、フォトレジスト等の感光材料が塗布されたウエハ又はガラス基板等の基板上に転写する投影露光装置が使用されている。一般に投影露光装置においては、開口数（N. A.）が大きく焦点深度の浅い投影光学系が使用されるため、微細な回路パターンを高い解像度で転写するためには、基板の表面を投影光学系の結像面に合わせ込むための機構が必要である。このため、投影露光装置は基板表面を投影光学系の焦点深度の範囲内に合わせ込むための合焦機構を備えている。これは、投影光学系の光軸方向（Z方向）の基板表面の位置と傾きとを検出するフォーカス／レベリング検出系と、検出された基板表面のZ方向位置及び傾きに基づいて基板表面の位置及び姿勢を調整する調整機構（以下、「Zレベリングステージ」という）から構成されている。

一方、最近では、半導体素子のチップが大型化する傾向にあり、より大面積のパターンを基板上に投影露光するという要求がある。これに応えるため、レチクルと基板とを投影光学系に対して同期して走査することにより、投影光学系の有効照明領域より広い範囲のショット領域への露光が可能な、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置が実用化されている。かかる走査型露光装置では、基板表面のあるショット領域を露光するためには、このショット領域（基板）とレチクルとを位置合わせしながら、所定の露光ドーズ量に見合った速度で、各々をほぼ定速で同期移動する必要がある。このため、基板が搭載されたステージ（XYステージ）を、ウエハ上のショット領域が、投影光学系を露光光が通過したときに露光光が照射される基板表面の領域（以下、「露光領域」という）から離れた状態から助走を開始させ、助走中に基板が搭載されたステージとレチクルを載せたステージとの同期がとられる。そして、その後に基板上のショット領域がその露光領域に到達した時点で、露光が開始されるという手順が含まれる。

この手順の一部として、露光領域内の基板表面領域について、Z方向位置情報並びに同期移動方向及び非同期移動方向（同期方向と交差する方向）に関する傾斜情報が検出され、この検出結果に基づいて露光領域内の基板表面領域に関する合焦動作が行われる。この合焦動作では、通常、投影光学系の光軸方向（Z方向）の合焦動作であるフォーカス動作と、X及びY軸回りの傾斜方向の合焦動作であるいわゆるレベリング動作とが同時に行われ、これにより、投影光学系を通過した露光光が照射される露光領域内において、基板上の露光面と投影光学系の結像面との差がもっとも小さくなるようにする。なお、同期移動方向がY方向の場合には、同期移動方向に関する傾斜はX軸回りの回転量で表され、また、非同期移動方向に関する傾斜はY軸回りの回転量で表される。

ステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置においては露光される基板が露光中に移動するので、露光領域内において、逐次、投影光学系の結像面

と感光基板表面の露光面とを近づけるように制御が繰り返される。したがって、駆動機構が基板の外形の外側に配置される典型的なZレベリングステージの構成においては、Zレベリングステージの駆動負荷の多くは、レベリング動作に関するものとなっている。

また、かかる走査型露光装置では、通常、同期移動方向（例えば、Y方向）に関して、投影光学系を通過した露光光が照射される露光領域の長さを非同期移動方向（例えば、X方向）に比べて短くとしたスリット状の露光領域の形状を採用し、この露光領域の形状に基づいて、露光領域内（及び、必要に応じてその外側）におけるフォーカス検出点を配置している。このときには、同期移動方向の傾斜成分を計算するための基線となる長さが非同期移動方向に比べて短くなるため、Zレベリングステージの駆動負荷に占める同期移動方向に関するレベリング動作の寄与は大きくなる。

すなわち、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置においては、通常、Zレベリングステージの駆動能力の多くは、走査方向に関するレベリング動作に費やされることになる。

ところで、基板上に形成される集積回路パターンは段差を有していることが多く、こうした段差を有する基板に対しては、上記の理由で同期移動方向に関するレベリング動作のためのZレベリングステージの駆動負荷が著しく増加する。こうした段差を有する基板における段差パターンは周期的な繰り返し成分を有することが多く、また、その周期の分布状況は集積回路パターンの用途、特性等に応じて様々である。短い繰り返し周期成分が大きくなると、同期移動方向に関するレベリング動作に関する駆動負荷が高くなるので、Zレベリングステージの駆動能力を高くすることが必要となり、Zレベリングステージの構成が複雑かつ大規模なものになってしまう。

また、同期移動方向のレベリング追従に必要な性能に、装置のZレベリングステージの性能が満たない場合は、同期移動方向のレベリング調整が不十分と

なる。さらに、Zレベリングステージの性能の100%が段差に起因する同期移動方向のレベリング追従に当てられた場合、段差以外の基板の形状（例えば、生基板が持っているそり、うねり）の矯正が不可能となるので、非線形領域の影響による制御破綻等による大幅な結像劣化などのさらに深刻な影響を及ぼす可能性も考えられる。

本発明は、かかる事情の下になされたもので、その第1の目的は、極端な結像性能の劣化を起こすこと無くパターン転写が可能な走査露光方法を提供することにある。

また、本発明の第2の目的は、極端な結像性能の劣化を起こすこと無くパターン転写が可能な走査型露光装置を提供することにある。

また、本発明の第3の目的は、微細パターンが精度良く形成されたデバイスを提供することにある。

#### 発明の開示

前述のように、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式による走査露光においては、同期移動に追従して露光中の各時刻において正確に合焦制御を行おうとすると、前述のように、大きな合焦駆動力を前提とすることが必要となる。また、本発明者が研究の結果から得た知見によれば、露光光が照射される露光領域は、通常、同期移動方向に一定のスリット幅を有しているので、段差を有する基板表面の区画領域における凹凸の周期が、そのスリット幅よりも短い場合を考えると、同期移動方向に関するレベリング補正を行って段差の追従をさせることは必ずしも結像性能の向上にはつながらない。

すなわち、その基板上の段差の繰返し周期が、スリット幅よりも短い場合を考えると、同期移動方向に関するレベリング追従有りの場合は、露光領域の中央付近ではデフォーカス量がほぼ0に追い込まれるが、露光領域の端付近では比較的大きなデフォーカスが存在した状態で露光が行われる（図9（A）参



照)。この場合には、特開昭 6 3 - 6 4 0 3 7 号公報及びこれに対応する米国特許第 4, 8 6 9, 9 9 9 号に開示されているように、正のデフォーカス量／デフォーカス無し／負のデフォーカス量の 3 状態で露光される多重焦点露光（異なったフォーカス位置での投影像を重ね合わせて焦点深度の低下を補う露光）がなされる状態となる。一方、同期移動方向に関するレベリング追従無しの場合には、露光領域の中心付近でデフォーカス量がほぼ 0 になり、それ以外の箇所では露光領域の中心からの距離に比例したデフォーカスが残った状態で露光される（図 9（B）参照）。この場合には、特開平 5 - 1 3 3 0 5 号公報及びこれに対応する米国特許第 5, 3 4 3, 2 7 0 号に開示されているように、正のデフォーカス量から負のデフォーカス量まで、連続的な多重焦点露光がなされる状態となる。

これらのどちらがより望ましい結果となるかどうかは、感光レジスト剤の特性の他様々なパラメータが関係してくるため、一口に言えば、ケースバイケースと言わざるを得ないが、同期移動方向に関するレベリングリング追従を行う場合には、Z レベリングステージにより多くの負荷をかけることになり、装置設計上から見れば、Z レベリングステージにより多くの性能の余裕を見なければならぬ。この傾向は、くり返し周期の短い段差を基板に見込むほどより顕著になる。

本発明は、以上に注目してなされたものであり、その第 1 の観点からは、マスクと基板とを同期移動させながら、前記マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する走査露光方法において、前記区画領域の表面状態に応じて、複数の合焦制御モードの中から、前記区画領域へのパターン転写の際における合焦制御モードを決定し、該決定されたモードで前記合焦制御を行いつつ、前記マスクに形成されたパターンを前記区画領域に転写する第 1 の走査露光方法である。

これによれば、区画領域の表面状態に応じて、基板の合焦制御のモードを決

定し、適正化されたモードで合焦制御を行いつつ、マスクに形成されたパターンを区画領域に転写する。したがって、基板上に転写されたパターンによる段差や、生基板が持っているそり、うねり等に伴う区画領域の表面状態に応じて適正な合焦動作を行うことができるので、高い合焦用の駆動能力（以下、「合焦駆動能力」ともいう）を前提とせずに、極端な結像性能の劣化を起こすことなく、マスクに形成されたパターンを基板上に転写することができる。

ここで、合焦制御には、投影光学系の光軸方向に関する基板の位置を制御するフォーカス位置制御を含むことができ、また、投影光学系の光軸方向の直交面に対する傾きを制御するレベリング制御を含むことができる。このレベリング制御には、基板の同期移動方向に関する傾き制御を含むことができ、また、投影光学系の光軸に対する直交面内における基板の同期移動方向に直交する方向に関する傾きを含むことができる。

本発明の第1の走査露光方法では、前記パターン転写の際における合焦制御モードを、前記基板上の照明領域の形状を更に考慮して決定することができる。かかる場合には、区画領域の表面状態と基板上の照明領域（露光領域）の形状との関係に応じて、基板の合焦制御のモードを決定し、適正化されたモードで合焦制御を行いつつ、マスクに形成されたパターンを区画領域に転写することができる。

ここで、基板の区画領域の表面状態と露光領域の同期移動方向に関するスリット幅とに応じて、合焦制御にあたって最も駆動負荷が高くなることが予想される同期移動方向に関するレベリング制御に着目し、その制御の有無を選択することが可能である。すなわち、前記複数の合焦制御モードは、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行う第1モードと、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行わない第2モードとを含むことができる。

さらに、前記区画領域の表面状態を、前記区画領域内の転写パターンの繰り

返し単位領域における前記投影光学系の光軸方向に関する凹凸の前記基板の同期移動方向に関する空間周波数分布で表し、前記照明領域の形状を、前記照明領域の前記基板の同期移動方向に関するスリット幅で表わすことができる。そして、前記空間周波数分布において振幅が最大となる卓越周波数に応じた卓越波長が前記スリット幅に応じた長さ以上のときに、前記第 1 モードで前記基板を合焦制御し、前記卓越波長が前記スリット幅に応じた長さ未満のときに、前記第 2 モードで前記基板を合焦制御することにするすることができる。かかる場合には、合焦制御にあたって最も駆動負荷が高くなることが予想される同期移動方向に関するレベリング制御を、極端な結像性能の劣化を起こすことが無く、かつ、高い合焦駆動能力を必要としない適性な制御とすることができる。

なお、前記スリット幅に応じた長さを、前記スリット幅とすることができる。

本発明の第 1 の走査露光方法では、例えば上記の卓越周波数のような前記区画領域の表面状態を、その基板に関するそれまでのリソグラフィ工程に基づいて、計算によって求めることも可能であるし、また、その基板を事前測定して求めることも可能である。

かかる事前測定については、前記マスクに形成されたパターンの前記基板への転写のロット毎に、前記パターンの転写に先立って行うことも可能であるし、また、前記マスクに形成されたパターンの前記基板への転写における露光プロセスの種類毎に、前記パターンの転写に先立って行うことも可能である。さらに、前記区画領域が前記基板上に複数配列されている場合には、前記区画領域の表面状態の事前測定を、前記複数の区画領域の 1 つについて代表的に行うことも可能である。以上の場合には、各区画領域毎にその表面状態を事前計測する場合と比べて、大きなパターンの転写誤差を発生させずに、事前測定時間を短縮することができる。

また、本発明の第 1 の走査露光方法では、前記合焦制御が、前記投影光学系

の光軸方向に関する前記基板の位置を制御するフォーカス位置制御を含み、前記フォーカス位置制御を前記同期移動に追従して行うことができないと判定された場合には、該判定がなされる直前における前記投影光学系の光軸方向に関する前記基板の位置を維持する制御を行うことにすることができる。なお、フォーカス位置制御を同期移動に追従して行うことができると判定された場合には、同期移動に追従してフォーカス位置制御を行う。かかる場合には、投影光学系の光軸方向に関する大きな駆動力を前提とせずに、極端なパターン結像性能の劣化を起こすことなく、マスクに形成されたパターンを基板に転写することができる。

また、本発明の第1の走査露光方法では、前記合焦制御が、前記基板の同期移動方向に関する傾き制御を含み、前記傾き制御を前記同期移動に追従して行うことができないと判定された場合には、該判定がなされる直前における前記同期移動方向に関する前記基板の傾きを維持する制御を行うことにすることができる。なお、傾き制御を同期移動に追従して行うことができると判定された場合には、同期移動に追従して傾き制御を行う。かかる場合には、投影光学系の光軸に対する直交面内における同期移動方向と直交する軸回りに関する大きな駆動力を前提とせずに、極端なパターン結像性能の劣化を起こすことなく、マスクに形成されたパターンを基板に転写することができる。

また、本発明の第1の走査露光方法では、前記合焦制御が、前記投影光学系の光軸に対する直交面内における前記基板の同期移動方向に直交する方向に関する傾き制御を含み、前記傾き制御を前記同期移動に追従して行うことができないと判定された場合には、該判定がなされる直前における前記同期移動方向に直交する方向に関する前記基板の傾きを維持する制御を行うことにすることができる。なお、傾き制御を同期移動に追従して行うことができると判定された場合には、同期移動に追従して傾き制御を行う。かかる場合には、同期移動方向と平行な軸回りに関する大きな駆動力を前提とせずに、極端なパターン結

像性能の劣化を起こすことなく、マスクに形成されたパターンを基板に転写することができる。

本発明は、第2の観点からすると、投影系を通過した露光ビームに対して基板を所定方向に移動するとともに、前記投影系の光軸方向に関する前記基板表面の位置情報を検出しながら前記基板を露光する走査露光方法において、前記基板が露光されない状態で前記所定方向へ前記基板を移動しながら前記基板の表面の凹凸に関する情報を測定し、前記検出された位置情報に基づく前記所定方向の前記基板の傾き調整を前記基板の露光中に行うか否かを前記測定された凹凸情報に基づいて決定することを特徴とする第2の走査露光方法である。

これによれば、基板が露光されない状態で所定方向へ基板を移動しながら、基板の表面の凹凸に関する情報を測定し、該凹凸測定の結果に基づいて、投影系の光軸方向に関する基板表面の位置情報に基づく所定方向の基板の傾き調整を基板の露光中に行うか否かを決定する。したがって、区画領域の表面状態に応じて適正な合焦動作を行いながら、マスクに形成されたパターンを基板に転写することができる。

本発明の第2の走査露光方法では、前記投影系の像面と前記基板表面との位置合わせ精度が悪化しないように、前記所定方向の前記基板の傾き調整を前記基板の露光中に行うか否かを決定することができる。かかる場合には、基板上に転写されたパターンによる段差や、生基板が持っているそり、うねり等に伴う区画領域の表面状態に応じて適正な合焦動作を行うことができるので、極端な結像性能の劣化を起こすことなく、マスクに形成されたパターンを基板に転写することができる。

本発明は、第3の観点からすると、マスクと基板とを同期移動させながら、前記マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する走査型露光装置であって、前記マスクを保持するマスクステージと；前記基板を保持する基板ステージと；前記基板表面の照明領域内の少なく

とも1点の検出点に関する前記投影光学系の光軸方向の位置を検出する第1検出系と；前記マスクステージと前記基板ステージと前記投影光学系の光軸と垂直な平面内で駆動する第1駆動系と；前記基板ステージを前記投影光学系の光軸方向及び傾斜方向の少なくとも一方へ駆動する第2駆動系と；前記区画領域の表面状態を示すデータを記憶する記憶装置と；前記区画領域の表面状態を示すデータに基づいて、複数の合焦制御モードの中から、前記区画領域へのパターン転写の際における合焦制御モードを決定し、前記第1検出系による検出結果に基づき前記第2駆動系を制御して合焦制御しつつ、前記第1駆動系を制御して前記マスクステージと前記基板ステージとを同期移動させる制御系とを備える走査型露光装置である。

これによれば、制御系が、記憶装置に記憶された区画領域の表面状態を示すデータに基づいて合焦制御のモードを決定する。そして、制御系が、決定された合焦モードで、第1検出系による検出結果に基づき第2駆動系を制御して、基板を保持する基板ステージを投影光学系の光軸方向へ駆動し、合焦制御を行う。この合焦制御とともに、制御系が第1駆動系を制御して、マスクステージと基板ステージとの同期移動制御を行うことにより、本発明の走査露光方法を使用して、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する。したがって、本発明の走査露光方法を使用してパターン転写を行うので、高い合焦駆動能力を前提としない簡易な構成で合焦制御を行いつつ、極端な結像性能の劣化を起こすことなくパターン転写を行うことができる。

ここで、合焦制御にあたり、制御系が、決定された合焦制御モードに従い、第1検出系の検出結果に基づいて第2駆動系を制御し、投影光学系の光軸方向に関する基板の位置を制御するフォーカス位置制御を含む合焦制御を行う構成とすることができる。また、第1検出系が、基板表面の照明領域内における少なくとも2点を含む複数の検出点に関する投影光学系の光軸方向の位置を検出

し、制御系が、決定された合焦制御モードに従い、第1検出系の検出結果に基づいて第2駆動系を制御し、投影光学系の光軸方向の直交面に対する傾きを制御するレベリング制御を含む合焦制御を行う構成とすることができる。

このレベリング制御において、第1検出系が、基板表面の照明領域内における同期移動方向に関する位置が互い異なる少なくとも2点を含む複数の検出点に関する前記投影光学系の光軸方向の位置を検出し、制御系が、決定された合焦制御モードに従い、第1検出系の検出結果に基づいて第2駆動系を制御し、基板の同期移動方向に関する傾き制御を含むレベリング制御を行う構成とすることができる。また、第1検出系が、基板表面の照明領域内における同期移動方向の直交方向に関する位置が互いに異なる少なくとも2点を含む複数の検出点に関する投影光学系の光軸方向の位置を検出し、制御系が、決定された合焦制御モードに従い、前記直交面内における基板の同期移動方向に直交する方向に関する傾き制御を含むレベリング制御を行う構成とすることができる。

本発明の走査型露光装置では、前記制御系は、前記区画領域の表面状態を示すデータと前記照明領域の形状に関するデータとの関係に基づいて合焦制御のモードを決定する構成とすることができる。かかる場合には、基板表面の照明領域の形状を更に考慮して合焦制御モードを決定するので、適性な合焦モードを正確に決定することができる。

ここで、前記複数の合焦制御モードが、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行う第1モードと、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行わない第2モードとを含む構成とすることができる。さらに、前記区画領域の表面状態を示すデータが、前記区画領域内の転写パターンの繰り返し単位領域における前記投影光学系の光軸方向に関する凹凸の前記基板の同期移動方向に関する空間周波数分布において、振幅が最大となる卓越周波数に応じた卓越波長であるとともに、前記照明領域の形状に関するデータは、前記照明領域の前記基板の同期移動方向に関する

スリット幅であり、前記制御系は、前記パターンの転写に際し、前記卓越波長が前記照明領域のスリット幅以上のときに、前記第 1 モードで前記基板を合焦制御し、前記卓越波長が前記スリット幅未満のときに、前記第 2 モードで前記基板を合焦制御する構成とすることができる。かかる場合には、合焦制御にあたって最も駆動負荷が高くなることが予想される同期移動方向に関して、極端な結像性能の劣化を起こすことが無く、かつ、高い合焦駆動能力を必要としない適性なレベリング制御を行うことができる。

本発明の走査型露光装置では、前記投影光学系の光軸方向に垂直な仮想面に対する、前記同期移動の方向及びこれに垂直な方向に関する前記基板ステージの傾きを検出する第 2 検出系を更に備え、前記制御系が、前記第 1 検出系及び前記第 2 検出系の検出結果に基づいて、合焦制御を行うことができる。これによれば、第 1 検出系による検出結果だけでは適正な合焦制御が行えない場合に、第 2 検出系による検出結果を更に考慮することにより、適正な合焦制御を行うことができる。

ここで、前記複数の合焦制御モードが、前記第 2 検出系による検出結果に基づいて、前記基板ステージ表面を前記仮想面とほぼ平行に維持する第 3 モードを更に含み、前記第 3 モードによる合焦制御の下での前記同期移動中における前記第 1 検出系による検出結果データを収集し、前記検出結果データに基づいて前記区画領域の表面状態を求める演算装置を更に備える構成とすることができる。かかる場合には、通常の露光処理に加えて、自らが行う走査露光前に区画領域の表面状態の測定処理を行うことができる。なお、前記演算装置が、前記検出結果データに基づいて、前記区画領域内の転写パターンの繰り返し単位領域における前記投影光学系の光軸方向に関する凹凸の前記基板の同期移動方向に関する空間周波数分布を演算した後、前記空間周波数分布において振幅が最大となる卓越周波数に応じた卓越波長を求め、前記記憶装置に格納する構成とすることができる。



本発明は、第4の観点からすると、マスクと基板とを同期移動させながら、前記マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する走査型露光装置の製造方法であって、前記マスクを保持するマスクステージを提供する工程と；前記基板を保持する基板ステージを提供する工程と；前記基板表面の照明領域内の少なくとも1点の検出点における前記投影光学系の光軸方向の位置を検出する第1検出系を提供する工程と；前記マスクステージと前記基板ステージと前記投影光学系の光軸と垂直な平面内で駆動する第1駆動系を提供する工程と；前記基板ステージを前記投影光学系の光軸方向及び傾斜方向の少なくとも一方へ駆動する第2駆動系を提供する工程と；前記区画領域の表面状態を示すデータを記憶する記憶装置を提供する工程と；前記区画領域の表面状態を示すデータに基づいて合焦制御のモードを決定し、前記第1検出系による検出結果に基づき前記第2駆動系を制御して合焦制御しつつ、前記第1駆動系を制御して前記マスクステージと前記基板ステージとを同期移動させる制御系を提供する工程とを含む走査型露光装置の製造方法である。

これによれば、マスクステージ、基板ステージ、第1検出系、第1駆動系、第2駆動系、記憶装置、制御系、及び他の様々な部品や装置を機械的、光学的、及び電氣的に組み合わせて調整することにより、本発明の露光装置を製造することができる。

本発明の走査型露光装置の製造方法では、前記投影光学系の光軸方向に垂直な仮想面に対する、前記同期移動の方向及びこれに垂直な方向に関する前記基板ステージの傾きを検出する第2検出系を提供する工程を更に含むことができる。かかる場合には、第1検出系による検出結果だけでは適正な合焦制御が行えない場合に、第2検出系による検出結果を更に考慮することにより、適正な合焦制御を行う走査型露光装置を製造することができる。

ここで、前記第2検出系を提供する工程を含む本発明の走査型露光装置の製

造方法では、前記第 2 検出系による検出結果に基づいて、前記基板ステージ表面を前記仮想面とほぼ平行に維持する合焦制御の下で、前記同期移動中における前記第 1 検出系による検出結果データを収集し、前記検出結果データに基づいて前記区画領域の表面状態を求める演算装置を提供する工程を更に含むことができる。かかる場合には、通常の露光処理に加えて、自らが行う走査露光前に区画領域の表面状態の測定処理を行う走査型露光装置を製造することができる。

また、リソグラフィ工程において、本発明の露光装置を用いて基板を露光して所定のパターンを基板に転写することにより、微細なパターンを有するデバイスを製造することができる。したがって、本発明は、別の観点からすると、本発明の露光装置を用いて製造されたデバイスであり、また、リソグラフィ工程において、本発明の露光方法によって、所定のパターンを前記基板に転写するデバイスの製造方法であるといえる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、一実施形態に係る走査型露光装置を示す概略構成図である。

図 2 は、図 1 の基板テーブル及びその駆動機構の詳細を示す斜視図である。

図 3 A 及び図 3 B は、図 1 のフォーカスセンサの検出原理を説明するための図である。

図 4 は、図 1 のフォーカスセンサを構成する個々のセンサの検出点を示す図である。

図 5 は、図 1 の装置のフォーカス制御系の構成を示すブロック図である。

図 6 は、図 5 の制御条件決定部の構成を示すブロック図である。

図 7 は、図 1 の装置による露光動作を説明するためのフローチャートである。

図 8 A 及び図 8 B は、空間周波数分布及び卓越波長の測定結果の例を示す図

である。

図 9 A 及び図 9 B は、ウエハ上の 1 点におけるデフォーカス量を説明するための図である。

図 10 は、図 1 に示された露光装置を用いたデバイス製造方法を説明するためのフローチャートである。

図 11 は、図 10 のウエハプロセスステップにおける処理のフローチャートである。

#### 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施形態を図 1 ～図 11 に基づいて説明する。

図 1 には、一実施形態に係るステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置 100 の構成が概略的に示されている。

この装置 100 は、図 1 に示されるように、マスクとしてのレチクル R を保持するマスクステージとしてのレチクルステージ 3、投影光学系 PL、基板としてのウエハ W を保持する基板ステージとしての基板テーブル 10、この基板テーブル 10 を搭載する XY ステージ 11、ウエハ W の投影光学系 PL の光軸方向（Z 方向）位置を検出する第 1 検出系としてのフォーカスセンサ 7 A、7 B、及びこれらを制御する制御系としての主制御系等を備えている。

前記レチクルステージ 3 上には、レチクルホルダ 2 を介して、レチクル R が載置される。このレチクルステージ 3 は、リニアモータ等の電磁力を用いるレチクルステージ駆動部 14 によって、レチクルステージガイド 4 の案内面に沿って同期移動方向（走査方向：図 1 における Y 方向）に駆動されるようになっている。また、このレチクルステージ 3 上の走査方向の一端には、移動鏡 5 が設置されている。この移動鏡 5 に対向して、当該移動鏡 5 にレーザ光を照射すると共にその反射光を受光してレチクルステージ 3 の Y 方向の位置及びヨーイング量を計測するレチクル干渉計 13 が配置されている。また、レチクル干渉

計 1 3 は、レチクルステージ 3 に設けられた不図示の移動鏡を用いて、レチクルステージ 3 の X 方向の位置も計測することができる。レチクル干渉計 1 3 の計測値は主制御系 2 0 に入力されており、主制御系 2 0 はこのレチクル干渉計 1 3 の計測値に基づいてレチクルステージ駆動部 1 4 を介してレチクルステージ 3 の位置及び速度を制御している。

前記レチクル R 上の照明領域 1 は図示しない照明系からの照明光により、ほぼ均一に照明されており、投影光学系 P L を介して、その投影像がウエハ W 上の照明領域としての露光領域 6 に形成される。

前記照明系は、例えば、光源ユニット、シャッタ、2 次光源形成光学系、ビームスプリッタ、集光レンズ系、レチクルブラインド、及び結像レンズ系等（いずれも不図示）から構成されている。この照明系の構成等については、例えば特開平 9 - 3 2 0 9 5 6 に開示されている。ここで、光源ユニットとしては、K r F エキシマレーザ光源（発振波長 2 4 8 n m）、A r F エキシマレーザ光源（発振波長 1 9 3 n m）、若しくは F<sub>2</sub> レーザ光源（発振波長 1 5 7 n m）、K r<sub>2</sub>（クリプトンダイマ）レーザ光源（発振波長 1 4 6 n m）、A r<sub>2</sub>（アルゴンダイマ）レーザ光源（発振波長 1 2 6 n m）、銅蒸気レーザ光源や Y A G レーザの高調波発生装置、又は超高压水銀ランプ（g 線、i 線等）等が用いられる。なお、以上の光源ユニットから射出される光に代えて、X 線や電子線等の荷電粒子線を用いる構成とすることも可能である。

前記基板テーブル 1 0 上にはウエハホルダ 8 が載置されており、このウエハホルダ 8 上で、図示しないバキュームチャックによってウエハ W が吸着保持される。この基板テーブル 1 0 は、図 2 に示されるように、第 2 駆動系としての 3 つの Z 位置駆動部 2 1、2 2、2 3 にて X Y ステージ 1 1 上に 3 点で支持されている。これらの Z 位置駆動部 2 1、2 2、2 3 は、基板テーブル 1 0 下面のそれぞれの Z 位置駆動部の支持点を投影光学系 P L の光軸方向（Z 方向）に駆動するアクチュエータ 2 1 A、2 2 A、2 3 A と、各 Z 位置駆動部の Z 方向

位置を検出するエンコーダ 2 1 B, 2 2 B, 2 3 B とを含んで構成されている (図 5 参照)。これらの Z 位置駆動部 2 1, 2 2, 2 3 の構成は、例えば特開平 9-82636 号公報及びこれに対応する米国特許第 5,737,063 号に開示されている。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記の公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

本実施形態では、基板テーブル 1 0 と上述した 3 つのアクチュエータ 2 1 A, 2 2 A, 2 3 A とによって、ウエハ W 表面の光軸方向位置 (Z 方向位置) 及びウエハ W 表面の傾斜を調整する調整手段としての Z レベリングステージ 6 0 が構成されている (図 2 参照)。

図 1 に戻り、基板テーブル 1 0 が搭載された X Y ステージ 1 1 は、X 軸、Y 軸方向に、リニアモータ等の電磁力を用いるウエハステージ駆動部 1 6 によって駆動される。これによってウエハ W が X、Y 2 次元方向に移動する。なお、レチクルステージ駆動部 1 4 とウエハステージ駆動部 1 6 とから第 1 駆動系が構成される。図 2 に示されるように、基板テーブル 1 0 上の X 軸方向の一端には、移動鏡 1 2 X が Y 軸方向に延設されている。この移動鏡 1 2 X に対向して X 軸用ウエハ干渉計 1 5 X が配置されている。同様に、基板テーブル 1 0 上の Y 軸方向の一端には、移動鏡 1 2 Y が X 軸方向に延設されている。この移動鏡 1 2 Y に対向して Y 軸用ウエハ干渉計 1 5 Y が配置されている。これらのウエハ干渉計 1 5 X, 1 5 Y によって、基板テーブル 1 0 の X, Y 2 次元方向の位置が計測される。なお、図 1 では、移動鏡 1 2 X, 1 2 Y を代表的に移動鏡 1 2 として示し、ウエハ干渉計 1 5 X, 1 5 Y をウエハ干渉計 1 5 として示している。ウエハ干渉計 1 5 の計測値は、主制御系 2 0 に入力されており、主制御系 2 0 ではこの計測値に基づいてウエハステージ駆動部 1 6 を介して X Y ステージ 1 1 の位置及び速度を制御している。ウエハ W を露光するのにあたっては、主制御系 2 0 は、レチクル干渉計 1 3 及びウエハ干渉計 1 5 の計測値に基づ

いて、レチクルステージ 3 と X Y ステージ 1 1 とを同期制御する。

前記フォーカスセンサ 7 A、7 B（以下、適宜「フォーカスセンサ 7」と総称する）は送光系 7 A と受光系 7 B とから成り、ウエハ W 表面の Z 方向位置を検出する。図 3 には、このフォーカスセンサ 7 の検出原理が示されている。図 3（A）に示されるように、送光部 7 A から射出された光ビームのウエハ W 表面での反射光の入射位置は、ウエハ W 表面の Z 方向位置に応じて受光部 7 B の受光面上で変化し、これに対応して図 3（B）に示されるような S カーブ信号が受光部 7 B から出力される。この S カーブ信号に基づいてウエハ W 表面の Z 方向位置が検出される。本実施形態では、フォーカスセンサ 7 は、図 4 に示されるように複数の検出点  $7_1 \sim 7_n$  の Z 方向位置を検出する複数のセンサから構成されている。なお、これらの複数のセンサは、検出点  $7_1 \sim 7_n$  にそれぞれ一対一に対応しているので、以下では「センサ  $7_i$  ( $i = 1 \sim n$ )」とも呼ぶことにする。複数のセンサ  $7_1 \sim 7_n$  はウエハ W 上の露光領域 6 に投影光学系 P L の光軸 A X を中心として 2 次元的に配置されている。複数のセンサ  $7_1 \sim 7_n$  により複数の Z 方向位置が検出されるため、複数の Z 方向位置を用いて最小 2 乗法等の演算処理により近似平面を求め、この近似平面の傾斜によりウエハ W 表面の傾斜角 ( $\theta_x, \theta_y$ ) もわかる。以上のようなフォーカスセンサの詳細な構成は、例えば、特開平 6 - 2 8 3 4 0 3 号公報及びこれに対応する米国特許第 5, 4 4 8, 3 3 2 号に開示されている。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記の公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

なお、本実施形態ではウエハ W 表面の傾斜角およびデフォーカス量（Z 方向位置）を検出するために複数のセンサ  $7_1 \sim 7_n$  を使用するが、複数のセンサの代わりに計測点が 1 点の A F センサを使用してもよい。この場合、ウエハ W の表面に平行光束を斜めに照射し、その反射光の集光位置の横ずれ量からその表面の傾斜角を検出する平行光束斜入射方式のレベリングセンサを使用する。

図 1 において、主制御系 20 は、このフォーカスセンサ 7 による計測値を用いて Z レベリングステージ 60（より具体的には、基板テーブル 10 を駆動するアクチュエータ 21A, 22A, 23A）を制御し、ウエハ W 表面の位置を制御している。

前述したアクチュエータ 21A, 22A, 23A により駆動される基板テーブル 10 のそれぞれの支持点の Z 方向位置は Z 位置駆動部 21, 22, 23 に組み込まれたエンコーダ 21B, 22B, 23B により計測される。この計測値 PZ1, PZ2, PZ3 と Z 位置駆動部 21, 22, 23 の XY 2 次元座標位置  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$ ,  $(X_3, Y_3)$  とを用いて基板テーブル 10 の位置は次の (1) 式にて定義される。

$$\begin{bmatrix} \Theta_x \\ \Theta_y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & Y_1 & 1 \\ X_2 & Y_2 & 1 \\ X_3 & Y_3 & 1 \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} PZ1 \\ PZ2 \\ PZ3 \end{bmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

ここで、 $\Theta_x$  : X 方向の傾斜 (Y 軸回りの傾斜)

$\Theta_y$  : Y 方向の傾斜 (X 軸回りの傾斜)

Z : Z 方向位置

である。なお、フォーカスセンサ 7 によるウエハ W 表面の座標系と、エンコーダ 21B, 22B, 23B による基板テーブル 10 の位置の座標系はあらかじめキャリブレーションすることにより、その原点とスケールを一致させている。

図 5 には、本実施形態におけるフォーカス制御に関する構成が示されている。このフォーカス制御系は、図 5 に示されるように、制御モード決定部 41、目標値出力部 25、最小 2 乗法近似部 27、制御条件判定部 28、非干渉化器 29、座標変換部 30、コントローラ 31、マルチプレクサ 32、3 つの減算器 33A ~ 33C、及び卓越波長演算部 43 等を有する。各部について、詳細に説明すると、前記制御モード決定部 41 は、これから行う露光にあたって参

照すべき卓越波長データ  $\lambda_0$  が記憶装置 19 に記憶されている場合にはモード指示信号 MD0 として「0」を、また、参照すべき卓越波長データ  $\lambda_0$  が記憶装置 19 に記憶されていない場合にはモード指示信号 MD0 として「1」を目標値出力部 25 及び制御条件判定部 28 へ向けて出力する。更に制御モード決定部 41 は、記憶装置 19 に記憶された卓越波長データ  $\lambda_0$  と入出力装置 18 から入力された露光領域 6 の Y 方向に関する幅データ  $L_0$  とに基づいて、

$$\lambda_0 \geq L_0$$

の場合には、モード指示信号 MD1 として「0」を、また、

$$\lambda_0 < L_0$$

の場合には、モード指示信号 MD1 として「1」を目標値出力部 25 及び制御条件判定部 28 へ向けて出力する。なお、露光領域 6 の Y 方向に関する幅  $L_0$  データについては、入出力装置 18 から入力された後に記憶装置 19 に記憶し、再度入出力装置 18 から入力されるまでは、記憶装置 19 に記憶されたデータを使用するようにしてもよい。

前記目標値出力部 25 は、Z 方向位置の第 1 の目標値  $z'$ 、X 方向の傾斜（Y 軸回りの傾斜（Y 軸回りの傾斜）の第 1 の目標値  $\theta_x'$ 、Y 方向の傾斜（X 軸回りの傾斜）の第 1 の目標値  $\theta_y'$  を制御条件判定部 28 へ向けて常時送出する。また、この目標値出力部 25 は、モード指示信号（MD0，MD1）として（0，0）を入力した場合には、コントローラ 31 の位置制御の目標値として Z 方向位置の第 1 の目標値  $z'$  を出力すると共に、制御条件判定部 28 による後述する制御条件の判定結果に応じて、X 方向の傾斜（Y 軸回りの傾斜）の第 1 の目標値  $\theta_x'$  又は第 2 の目標値  $\Theta_x'$  をコントローラ 31 の位置制御の目標値として出力し、Y 方向の傾斜（X 軸回りの傾斜）の第 1 の目標値  $\theta_y'$  又は第 2 の目標値  $\Theta_y'$  をコントローラ 31 の位置制御の目標値として出力する。ここで、Z 方向位置の第 1 の目標値  $z'$ 、X 方向の傾斜（Y 軸回りの傾斜）の第 1 の目標値  $\theta_x'$  及び Y 方向の傾斜（X 軸回りの傾斜）の第 1 の目標値  $\theta_y'$  とは、投



影光学系 PL の結像面を予め試し焼き等によりキャリブレーションして得たフォーカス制御の本来の目標値である。また、第 2 の目標値  $\theta_x'$ 、 $\theta_y'$  とは、X 方向の傾斜（Y 軸回りの傾斜）、Y 方向の傾斜（X 軸回りの傾斜）を維持するために設定される便宜上の目標値である。

また、目標値出力部 25 は、モード指示信号（MD0，MD1）として（0，1）を入力した場合には、コントローラ 31 の位置制御の目標値として Z 方向位置の第 1 の目標値  $z'$  を出力すると共に、制御条件判定部 28 による後述する制御条件の判定結果に応じて、X 方向の傾斜（Y 軸回りの傾斜）の第 1 の目標値  $\theta_x'$  又は第 2 の目標値  $\theta_x'$  をコントローラ 31 の位置制御の目標値として出力し、Y 方向の傾斜（X 軸回りの傾斜）の第 2 の目標値  $\theta_y'$  をコントローラ 31 の位置制御の目標値として出力する。

なお、以上のように、モード指示信号 MD0 が「0」の場合には、後述するように、第 2 の目標位置  $\theta_x'$ 、 $\theta_y'$  として、制御モードを切り換える直前の基板テーブル 10 の傾斜が用いられる。

また、目標値出力部 25 は、モード指示信号（MD0，MD1）として（1，0）を入力した場合には、コントローラ 31 の位置制御の目標値として Z 方向位置の第 2 の目標値  $z'$  を出力すると共に、X 方向の傾斜（Y 軸回りの傾斜）の第 2 の目標値  $\theta_x'$  をコントローラ 31 の位置制御の目標値として出力し、Y 方向の傾斜（X 軸回りの傾斜）の第 2 の目標値  $\theta_y'$  をコントローラ 31 の位置制御の目標値として出力する。

なお、以上のように、モード指示信号 MD0 が「1」の場合には、第 2 の目標位置  $z'$ 、 $\theta_x'$ 、 $\theta_y'$  として、基板テーブル 10 が水平面となる一定値が用いられる。

前記最小 2 乗法近似部 27 は、フォーカスセンサ 7 を構成する個々のセンサ  $7_1 \sim 7_n$  が検出するウエハ W 表面の Z 方向位置の検出信号を、いわゆる最小 2 乗法を用いて平面近似することで、ウエハ W 表面の投影光学系 PL の光軸 AX

上のZ方向位置 $z$ 、X方向の傾斜（Y軸回りの傾斜） $\theta_x$ 、Y方向の傾斜（X軸回りの傾斜） $\theta_y$ の3成分を求める。

前記制御条件判定部28は、図6に示されるように、目標値出力部25からの目標値 $z'$ 、 $\theta_x'$ 、 $\theta_y'$ と最小2乗法近似部27からの現在値情報 $z$ 、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ との差である偏差（ $\Delta\theta_x$ 、 $\Delta\theta_y$ 、 $\Delta_z$ ）をそれぞれ演算する減算器35X、35Y、35Zと、偏差（ $\Delta\theta_x$ 、 $\Delta\theta_y$ 、 $\Delta_z$ ）及びモード指示信号MD1の値に基づいて、後述する制御条件の判定演算を行なう判定演算部36と、この判定演算部36からの出力とモード指示信号（MD0、MD1）とに基づいて、制御指示信号 $SL_x$ 、 $SL_y$ 、 $SL_z$ を出力する論理演算回路ANDX、ANDY、INVZとを備える。制御指示信号 $SL_x$ 、 $SL_y$ は目標値出力部25及びマルチプレクサ32へ向けて出力され、制御指示信号 $SL_z$ はマルチプレクサ32へ向けて出力される。

ここで、論理演算器ANDXからは、モード指示信号MD0が「0」の場合には、判定演算部36から出力された演算結果 $SL_x'$ が制御指示信号 $SL_x$ として出力され、モード指示信号MD0が「1」の場合には、制御指示信号 $SL_x$ として「0」が出力される。また、論理演算器ANDYからは、モード指示信号（MD0、MD1）が（0、0）の場合には、判定演算部36から出力された演算結果 $SL_y'$ が制御指示信号 $SL_y$ として出力され、モード指示信号MD0が（MD0、MD1）が（0、0）以外の場合には、制御指示信号 $SL_y$ として「0」が出力される。また、論理演算器INVZからは、モード指示信号MD0の反転信号が $SL_z$ として出力される。

なお、制御条件判定部28の構成にあたり、図6では、制御指示信号 $SL_x$ 、 $SL_y$ 、 $SL_z$ の出力の最終段に論理演算回路ANDX、ANDY、INVZを配置したが、例えば、判定演算部36に偏差（ $\Delta\theta_x$ 、 $\Delta\theta_y$ 、 $\Delta_z$ ）及びモード指示信号（MD0、MD1）を入力し、これらの入力に基づいて、判定演算部36が上記の制御指示信号 $SL_x$ 、 $SL_y$ 、 $SL_z$ と同様の出力値となるような

演算を行う構成とすることも可能である。

前記座標変換部 30 は、3つのZ位置駆動部 21, 22, 23 に組み込まれたエンコーダ 21B, 22B, 23B の計測値  $PZ1$ ,  $PZ2$ ,  $PZ3$  を式 (1) に従って Z 方向位置  $Z$ 、X 方向の傾斜 (Y 軸回りの傾斜)  $\Theta_x$ 、Y 方向の傾斜 (X 軸回りの傾斜)  $\Theta_y$  に座標変換し、マルチプレクサ 32 及び目標値出力部 25 へ向けて出力する。

前記減算器 33A, 33B, 33C は、目標値出力部 25 からの目標値  $z'$  (又は  $Z'$ ) と現在値  $z$  (又は  $Z$ ) との差である Z 方向位置偏差  $\Delta_{zz}$ 、目標値出力部 25 からの目標値  $\theta_x'$  (又は  $\Theta_x'$ ) とマルチプレクサ 32 から出力される現在値  $\theta_x$  (又は  $\Theta_x$ ) との差である X 方向の傾斜 (Y 軸回りの傾斜) 偏差  $\Delta\theta_{xx}$ 、目標値  $\theta_y'$  (又は  $\Theta_y'$ ) と現在値  $\theta_y$  (又は  $\Theta_y$ ) との差である Y 方向の傾斜 (X 軸回りの傾斜) 偏差  $\Delta\theta_{yy}$  を、それぞれ求める。

前記コントローラ 31 は、位置制御ループのコントローラであり、上記 Z 方向位置偏差  $\Delta_{zz}$ 、X 方向の傾斜偏差  $\Delta\theta_{xx}$ 、Y 方向の傾斜偏差  $\Delta\theta_{yy}$  を動作信号として P 動作、PI 動作若しくは PID 動作を行ういわゆる PID 制御器を含んで構成されている。このコントローラ 31 は、偏差  $\Delta_{zz}$ ,  $\Delta\theta_{xx}$ ,  $\Delta\theta_{yy}$  にゲインをかけたものをアクチュエータ 21A, 22A, 23A へ速度指令として与える。

前記非干渉化器 29 は、線形性に依存するものではあるが、これをサーボループ内に挿入することにより、Z 方向及び X Y 軸回りの傾斜方向の 3 成分が独立に制御できるようになっている。この非干渉化器 29 は、X 及び Y 軸回りの傾斜と Z 方向の 3 成分で与えられた速度指令を各 Z 位置駆動部の現在位置の X Y 2 次元座標値に基づいて配分するための非干渉化演算を行って、その演算結果を実際にアクチュエータ 21A, 22A, 23A へ出力している。

前記マルチプレクサ 32 は、制御条件判定部 28 からの制御条件指示信号  $SL_x$ ,  $SL_y$ ,  $SL_z$  に応じて、最小 2 乗法近似部 27 からの現在値の 3 成分 ( $z$

、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )又は座標変換部30からの現在値の3成分( $z$ 、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )のいずれかをそれぞれ出力する。なお、マルチプレクサ32では、制御条件指示信号 $SL_x$ 、 $SL_y$ 、 $SL_z$ それぞれの値が、「1」の場合には、最小2乗法近似部27からの現在値を出力し、一方、制御条件指示信号 $SL_x$ 、 $SL_y$ 、 $SL_z$ それぞれの値が、「0」の場合には、座標変換部30からの現在値を出力する。

以上の構成により、モード指示信号(MD0、MD1)が(0、0)のときに、最小2乗法近似部27からの現在値の3成分( $z$ 、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )の同期移動中における変化に極力追従する合焦制御の第1モードで合焦制御が行われる。また、フォーカス制御系は、モード指示信号(MD0、MD1)が(0、1)のときに、最小2乗法近似部27からの現在値の2成分( $z$ 、 $\theta_x$ )の同期移動中における変化に極力追従し、成分( $\theta_y$ )の変化には追従しない合焦制御の第2モードで合焦制御が行われる。さらに、フォーカス制御系は、モード指示信号(MD0、MD1)が(1、0)のときに、最小2乗法近似部27からの現在値の3成分( $z$ 、 $\theta_x$ 、 $\theta_y$ )の同期移動中における変化には追従しない合焦制御の第3モードで合焦制御が行われる。

前記3軸のアクチュエータ(21A~23A)は、速度マイナーループ(電流マイナーループ)を持ち、与えられた速度指令に対して内蔵された速度検出器(タコジェネレータ)を使用してサーボをかけ追従させている。すなわち、Z位置駆動部21、22、23はアクチュエータ21A、22A、23Aに内蔵されたタコジェネレータを速度センサとした速度ループで制御されたサブユニットとして構成されており、外部から速度指令を与えるとそれに追従する動きをするようになっている。

前記卓越波長演算部43は、ウエハ干渉計15による基板テーブル10のXY位置とフォーカスセンサ7によるウエハWの表面のZ方向位置とを対応させたデータDT<sub>1</sub>~DT<sub>n</sub>とを収集し、収集したデータに基づいて、卓越波長 $\lambda_0$ を求め、記憶装置19に格納する。

次に、図 7～図 9 を参照して、本実施形態における走査露光動作を説明する。

まず、図 7 のステップ 101 において、不図示のウエハローダによって、露光対象となるウエハ W を基板テーブル 10 にロードする。引き続き、ステップ 103 において、ウエハ W のパターン形成の履歴、レジスト剤の種類等を含む露光条件（プロセス条件）の観点から初めてのプロセスであるか、すなわち、これから行おうとしている露光にあたって、ウエハ W のショット領域の表面状態に関する情報として卓越周波数  $\lambda_0$  が記憶装置 19 に既に記憶されているか否かを主制御系 20 が判断する。ステップ 103 において、初めてのプロセスであると判断された場合には、ステップ 105 に移り、制御モード決定部 41 がモード指示信号（MD0, MD1）として（1, 0）を出力し、合焦制御モードを第 3 モードに設定する。そして、これを入力した目標値出力部 25 が目標位置  $Z'$ ,  $\Theta_x'$ ,  $\Theta_y'$  として、基板テーブル 10 の表面が水平面となる一定値を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力する。また、制御条件判定部 28 は、制御条件信号（SL<sub>x</sub>, SL<sub>y</sub>, SL<sub>z</sub>）として（0, 0, 0）を出力し、これを受けたマルチプレクサ 32 は、座標変換部 30 からの現在値の 3 成分（Z,  $\Theta_x$ ,  $\Theta_y$ ）を出力する。この結果、以後、基板テーブル 10 の表面がほぼ水平面となるように合焦制御が行われる。

次に、ステップ 107 において、ウエハ W のショット領域の表面状態に関する情報の測定、すなわち、卓越周波数  $\lambda_0$  の測定が行われる。この測定では、主制御系 20 が、合焦制御モードを第 3 モードとしたまま、すなわち基板テーブル 10 の表面をほぼ水平面に維持しながら、ウエハステージ駆動部 16 を介して、基板テーブル 10 を同期移動方向（+Y 方向又は -Y 方向）へ 1 つのショット領域分について移動させる。本実施形態では、この移動を、主制御系 20 が、不図示の照明系に対して露光用の照明光を出射しないように指示することを除いて、走査露光の際における同期移動と同様の移動制御をすることによっ

て行う。すなわち、ウエハWが露光されない状態で、露光領域6（フォーカスセンサ7の複数の検出点）に対して、ウエハW上のショット領域が移動される。なお、上記の移動を、走査露光の際における同期移動と異なる移動態様とすることも可能である。

この移動中に、演算装置としての卓越波長演算部43が、ウエハ干渉計15による基板テーブル10のXY位置とフォーカスセンサ7によるウエハWの表面のZ方向位置とを対応させたデータとを収集する。そして、卓越波長演算部43は、収集したデータに基づいて、同期移動方向に関する空間周波数解析を行い、同期移動方向におけるショット領域の凹凸に関する情報として空間周波数分布を求める。図8には、こうして求められた空間周波数分布の例が示されている。そして、この空間周波数分布において振幅が最大となる卓越周波数に応じた卓越波長 $\lambda_0$ を求める（図8参照）。卓越波長演算部43は、こうして求めたその卓越波長 $\lambda_0$ をプロセス条件とともに記憶装置に格納する。

こうして、卓越波長 $\lambda_0$ の測定を完了すると、ステップ109へ移る。なお、上述のステップ103において、初めてのプロセスではないと判断された場合には、ステップ105及びステップ107を介さずに直接ステップ109へ移る。

ステップ109においては、制御モード決定部41が記憶装置19に記憶された卓越波長 $\lambda_0$ と入出力装置18から入力された露光領域6のY方向に関する幅 $L_0$ とを比較して、ウエハWのY方向（走査方向）に関する傾きをフォーカスセンサ7の検出結果に基づいて制御するか否かを判断する。すなわち、同期移動中に、フォーカスセンサ7の検出結果より求められるウエハWの表面のY方向に関する傾斜と、ウエハW表面のY方向に関する傾斜の目標値との差の変化に追従して、ウエハWのY方向の傾きを調整するか否かを判断する。卓越波長 $\lambda_0$ と幅 $L_0$ との比較の結果、

$$\lambda_0 \geq L_0$$

の場合には、ステップ 1 1 1 において、制御モード決定部 4 1 が、これから行われる露光における合焦制御モードを第 1 モードと決定し、モード指示信号 (MD 0, MD 1) として (0, 0) を出力する。

そして、ステップ 1 1 3 において、主制御系 2 0 が、第 1 モードで合焦制御しつつ、レチクル R とウエハ W とを同期移動させ、レチクル R に形成されたパターンをウエハ W 上の各ショット領域に順次転写する。すなわち、走査露光中に、フォーカスセンサ 7 の検出結果より求められる計測値と目標値との差の変化に追従して、ウエハ W 表面の Z 方向の位置、ウエハ W の X 方向の傾き、およびウエハ W の Y 方向の傾きが制御される。これにより露光領域 6 内において投影光学系 P L の像面とウエハ W 上の露光面との位置合わせが精度よく行なわれ、レチクル R のパターンの像が正確にウエハ W 上に投影される。

ここで、第 1 モードによる合焦制御では、基本的には、最小 2 乗法近似部 2 7 からの現在値の 3 成分 ( $z$ ,  $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ) の同期移動中における変化に追従する合焦制御を行うが、本実施形態では、アクチュエータ 2 1 A, 2 2 A, 2 3 A の駆動能力 (駆動速度) 限界を考慮して、例えば特開平 9 - 8 2 6 3 6 号公報及びこれに対応する米国特許第 5, 7 3 7, 0 6 3 号に開示されている合焦制御を行っている。本国際出願で指定した指定国又は選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記の公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

この合焦制御を要約して説明すると、同期移動中に、制御条件判定部 2 8 が、追従制御目標値を ( $z'$ ,  $\theta_x'$ ,  $\theta_y'$ ) とし、追従制御現在値を ( $z$ ,  $\theta_x$ ,  $\theta_y$ ) とする条件 (第 1 制御条件) で合焦制御を行うと、非干渉化器 2 9 から出力される速度指令値  $V_{z1}$ ,  $V_{z2}$ ,  $V_{z3}$  のいずれかがアクチュエータ 2 1 A, 2 2 A, 2 3 A の駆動速度の最大値  $V_{MAX}$  を超えない (第 1 条件) か否かを判定する。これが肯定的に判定されると、制御条件指示信号 ( $SL_x$ ,  $SL_y$ ,  $SL_z$ ) として (1, 1, 1) を出力する。そして、目標値出力部 2 5 は合焦制御の目標値

として  $(z', \theta_x', \theta_y')$  を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力し、また、マルチプレクサ 32 は、最小 2 乗法近似部 27 からの現在値の 3 成分  $(z, \theta_x, \theta_y)$  を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力する。この結果、第 1 制御条件、すなわち、最小 2 乗法近似部 27 からの現在値の 3 成分  $(z, \theta_x, \theta_y)$  の同期移動中における変化に追従する条件で合焦制御が行われる。

第 1 条件が否定的に判定されると、制御条件判定部 28 は、追従制御目標値を  $(z', \theta_x')$  とし、追従制御現在値を  $(z, \theta_x)$  とする条件（第 2 制御条件）で合焦制御を行うと、非干渉化器 29 から出力される速度指令値  $V_{z1}$ ,  $V_{z2}$ ,  $V_{z3}$  のいずれかがアクチュエータ 21A, 22A, 23A の駆動速度の最大値  $V_{MAX}$  を超えない（第 2 条件）か否かを判断する。これが肯定的に判定された場合には、制御条件判定部 28 は、制御条件指示信号  $(SL_x, SL_y, SL_z)$  として  $(1, 0, 1)$  を出力する。そして、目標値出力部 25 は合焦制御の目標値として  $(z', \theta_x', \theta_y')$  を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力し、また、マルチプレクサ 32 は、現在値の 3 成分として  $(z, \theta_x, \theta_y)$  を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力する。ここで、目標値出力部 25 は、目標値  $(\theta_y')$  として、制御を切り換える直前の基板テーブル 10 の Y 軸方向の傾きを出力する。この結果、第 2 制御条件、すなわち、最小 2 乗法近似部 27 からの現在値の 2 成分  $(z, \theta_x)$  の同期移動中における変化に追従する条件で合焦制御が行われる。

第 2 条件が否定的に判定されると、制御条件判定部 28 は、追従制御目標値を  $(z', \theta_y')$  とし、追従制御現在値を  $(z, \theta_y)$  とする条件（第 3 制御条件）で合焦制御を行うと、非干渉化器 29 から出力される速度指令値  $V_{z1}$ ,  $V_{z2}$ ,  $V_{z3}$  のいずれかがアクチュエータ 21A, 22A, 23A の駆動速度の最大値  $V_{MAX}$  を超えない（第 3 条件）か否かを判断する。これが肯定的に判定された場合には、制御条件判定部 28 は、制御条件指示信号  $(SL_x, SL_y, SL_z)$  と



して  $(0, 1, 1)$  を出力する。そして、目標値出力部 25 は合焦制御の目標値として  $(z', \Theta_x', \theta_y')$  を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力し、また、マルチプレクサ 32 は、現在値として  $(z, \Theta_x, \theta_y)$  を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力する。ここで、目標値出力部 25 は、目標値  $(\Theta_x')$  として、制御を切り換える直前の基板テーブル 10 の X 軸方向の傾きを出力する。この結果、第 3 制御条件、すなわち、最小 2 乗法近似部 27 からの現在値の 2 成分  $(z, \theta_y)$  の同期移動中における変化に追従する条件で合焦制御が行われる。

第 3 条件が否定的に判定されると、制御条件判定部 28 は、制御条件指示信号  $(SL_x, SL_y, SL_z)$  として  $(0, 0, 1)$  を出力する。そして、目標値出力部 25 は合焦制御の目標値として  $(z', \Theta_x', \Theta_y')$  を、また、マルチプレクサ 32 は、現在値として  $(z, \Theta_x, \Theta_y)$  を減算器 33A, 33B, 33C へ向けて出力する。ここで、目標値出力部 25 は、目標値  $(\Theta_x', \Theta_y')$  として、制御を切り換える直前の基板テーブル 10 の X 軸方向及び Y 軸方向の傾きを出力する。この結果、XY 軸回りの傾斜の姿勢は、ウエハ表面の状態によらず、制御を切り換える直前の姿勢を保持する第 4 制御条件による合焦制御が行われる。

一方、ステップ 109 において、

$$\lambda_0 < L_0$$

と判断された場合には、ステップ 115 において、制御モード決定部 41 が、これから行われる露光における合焦制御モードを第 2 モードと決定し、モード指示信号  $(MD0, MD1)$  として  $(0, 1)$  を出力する。

そして、ステップ 113 において、基本的には、主制御系 20 が、第 2 モードで合焦制御しつつ、レチクル R とウエハ W とを同期移動させ、レチクル R に形成されたパターンをウエハ W 上の各ショット領域に順次転写する。すなわち、走査露光中に、ウエハ W 表面の Z 方向の位置およびウエハ W の X 方向の傾き

は、フォーカスセンサ7の検出結果より求められる計測値と目標値との差の変化に追従して制御される。また、ウエハWのY方向の傾きは、フォーカスセンサ7の検出結果より求められる計測値と目標値との差の変化に追従せずに、エンコーダ21B、22B、23Bの計測値に基づいて所定状態に制御される。なお、第2モードにおけるウエハWのY方向の傾きは、投影光学系PLの結像面に関する情報や、上述のステップ107で得られるウエハW上のショット領域の表面状態（凹凸状態）に関する情報などに基づいて決定すればよい。

ここで、第2モードによる合焦制御においては、第1モードの場合と同様に、最小2乗法近似部27からの現在値の2成分（ $z$ ， $\theta_x$ ）の同期移動中における変化に追従する合焦制御を行うが、第1モードの場合と同様に、本実施形態では、アクチュエータ21A、22A、23Aの駆動能力（駆動速度）限界を考慮して合焦制御を行っている。

すなわち、同期移動中に、制御条件判定部28が、追従制御目標値を（ $z'$ ， $\theta_x'$ ）とし、追従制御現在値を（ $z$ ， $\theta_x$ ）とする条件（前記第2制御条件）で合焦制御を行うと、非干渉化器29から出力される速度指令値 $V_{z1}$ ， $V_{z2}$ ， $V_{z3}$ のいずれかがアクチュエータ21A，22A，23Aの駆動速度の最大値 $V_{MAX}$ を超えない（前記第2条件）か否かを判定する。これが肯定的に判定されると、制御条件指示信号（ $SL_x$ ， $SL_y$ ， $SL_z$ ）として（1，0，1）を出力する。この結果、第2制御条件で合焦制御が行われる。

第2条件が否定的に判定されると、制御条件判定部28は、制御条件判定部28は、制御条件指示信号（ $SL_x$ ， $SL_y$ ， $SL_z$ ）として（0，0，1）を出力する。この結果、前記第4制御条件によって合焦制御が行われる。

以上のように、ステップ113においては、合焦制御モードが第1モードあるいは第2モードの場合に、装置の能力から見て、レベリング追従可能な範囲で合焦制御を行うことで、露光領域全体に対するデフォーカスを制御し、投影光学系のもつ焦点深度を最大限に発揮させながら走査露光を行う。そして、装

置の能力ではレベリング追従不可能な場合にも、制御に大きく破綻をきたし致命的なデフォーカスを生ずることのない合焦制御を行いながら走査露光を行う。こうして、ウエハW上の各ショット領域のそれぞれに、レジクルに形成されたパターンが転写される。

こうして、ステップ113において、ウエハWにパターン転写が完了すると、ステップ101に移る。そして、次のウエハに関する露光動作を上記と同様にして行う。

以上、説明したように、本実施形態では、区画領域としてのショット領域の表面状態として、ショット領域内の凹凸の同期移動方向に関する空間周波数分布における卓越波長が、ウエハW上の露光領域のスリット幅以上の場合には、ウエハの同期移動に追従して、ウエハの同期移動方向に関するレベリング制御を含めた合焦制御を行う。また、卓越波長がウエハW上の露光領域のスリット幅未満の場合には、ウエハの同期移動に追従して、ウエハの同期移動方向に関するレベリング制御以外の合焦制御を行う。したがって、高い合焦駆動能力を前提としない簡易な構成で合焦制御を行いつつ、極端な結像性能の劣化を起こすことなくパターン転写を行うことができる。

また、本実施形態の走査型露光装置では、基板テーブルの水平面に対する傾きを検出し、この検出結果に基づいて、基板テーブルをほぼ水平面に維持しつつ、同期移動と同様の態様による基板テーブルの移動中におけるフォーカス検出系による検出結果データを収集し、このデータに基づいてショット領域の卓越波長を求めている。したがって、卓越波長の測定用センサと、同期移動時のフォーカス位置測定用のセンサが同一となるので、センサの機差の補正等が不要となる。

また、本実施形態では、ウエハWのパターン形成の履歴、レジスト剤の種類等を含む露光条件の観点から初めてのプロセスと判断される場合に、卓越波長の測定を行い、同一プロセスによるパターン転写の場合には、既に測定した卓

越波長を使用するので、高いスループットを保つことができる。

また、本実施形態では、ウエハ上に、同一条件の露光を行うショット領域が複数形成されている場合に、そのうちの1つのショット領域について卓越波長を測定しているので、この測定により、露光動作のスループットを低下させることはない。

なお、本実施形態に係る走査型露光装置100は、上述のレチクルステージ3、投影光学系PL、基板テーブル10、XYステージ11、フォーカスセンサ7A、7B、及びこれらを制御する主制御系等の図1に示された各要素が電氣的、機械的又は光学的に連結して組み上げられた後、総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより製造される。なお、露光装置100の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

次に、本実施形態の走査型露光装置及び走査露光方法を使用したデバイスの製造について説明する。

図10は、本実施形態におけるデバイス（ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等）の生産のフローチャートが示されている。図10に示されるように、まず、ステップ201（設計ステップ）において、デバイスの機能設計（例えば、半導体デバイスの回路設計等）を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202（マスク製作ステップ）において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203（ウエハ製造ステップ）において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

次に、ステップ204（ウエハプロセスステップ）において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205（組立ステップ）において、ステップ204において処理されたウエハを用いてチップ化する。このステップ205には、アセンブリ工程（ダ

イシング、ボンディング) パッケージング工程 (チップ封入) 等の工程が含まれる。

最後に、ステップ 206 (検査ステップ) において、ステップ 205 で作製されたデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

図 11 には、半導体デバイスの場合における、上記ステップ 204 の詳細なフロー例が示されている。図 11 において、ステップ 211 (酸化ステップ) においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ 212 (CVD ステップ) においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ 213 (電極形成ステップ) においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ 214 (イオン打込みステップ) においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ 211 ~ ステップ 214 それぞれは、ウエハプロセスの各段階の前工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

ウエハプロセスの各段階において、前工程が終了すると、以下のようにして後工程が実行される。この後工程では、まず、ステップ 215 (レジスト処理ステップ) において、ウエハに感光剤を塗布し、引き続き、ステップ 216 (露光ステップ) において、上記で説明した走査型露光装置によってマスクの回路パターンをウエハ上に焼付露光する。次に、ステップ 217 (現像ステップ) においては露光されたウエハを現像し、引き続き、ステップ 218 (エッチングステップ) において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ 219 (レジスト除去ステップ) において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

これらの前工程と後工程とを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

以上のようにして、精度良く微細なパターンが形成されたデバイスが、高い量産性で製造される。

なお、上記の実施形態では、ウエハWのパターン形成の履歴、レジスト剤の種類等を含む露光条件の観点から初めてのプロセスと判断される場合に、卓越波長の測定を行ったが、同一プロセスによるパターン転写を行うロットの先頭で行うことにしてもよい。この場合にも、ロット毎に1回のウエハ毎に卓越波長を測定しないので、高いスループットを保つことができる。

また、卓越波長を露光前の測定によって求めずに、そのウエハWに関するそれまでのリソグラフィ工程から計算によって求めることも可能である。かかる場合には、測定時間が無くなるので、高いスループットを実現できる。

また、上記の実施形態では、卓越波長とウエハ上の露光領域の同域移動方向に関するスリット幅とを大小比較したが、レジスト剤の特性や転写するパターンの最小線幅に応じて、卓越波長と上記スリット幅の定数K倍（この定数Kは、レジスト剤の特性や転写するパターンの最小線幅に応じて、実験によって求める）とを大小比較してもよい。この場合には、露光プロセスに応じた最適な合焦制御を行うことができる。

なお、1つのショット領域中に複数のチップパターンが形成される場合には、1つのチップパターンについて、区間周波数分布を測定し、卓越波長を求めることにしてもよい。

また、上記の本実施形態では、卓越波長の測定にあたって、基板テーブルを水平として基板テーブルを移動しつつ、検出点のZ方向位置を測定したが、基板テーブルの水平面に対する傾きを一定として、基板テーブルを移動しつつ、基板上的検出点のZ方向位置を測定してもよい。この場合には、XY面内における収集したZ方向位置データ分布から1次成分を除く処理を行った後、本実施形態と同様に処理することにより、本実施形態と同様に卓越周波数を求めることができる。

また、上述のショット領域の凹凸に関する情報（空間周波数分布）の測定は、ウエハW上の複数のショット領域の配列情報を求めるためにウエハW上に形

成されたアライメントマークの計測するときのウエハWの移動に行うようにすれば、ショット領域の凹凸に関する情報を測定によりスループットを低下させることがない。なお、ウエハW上の複数のショット領域の配列情報を求めるためにウエハW上に形成されたアライメントマークを計測する動作についての詳細は、例えば、特開昭 6 1 - 4 4 4 2 9 号公報及びこれに対応する米国特許第 4、7 8 0、2 6 1 7 号に開示されている。本国際出願で指定した指定国または選択した選択国の国内法令の許す限りにおいて、上記の公報及び米国特許における開示を援用して本明細書の一部とする。

また、上述の走査露光に先立って行なわれるショット領域の凹凸に関する情報の測定の際にフォーカスセンサ 7 より得られる情報は、以下のような使用方法も考えられる。

①フォーカスセンサの複数の検出点のうち、ウエハWの走査露光中に使用される検出点を選択するための情報として用いる。例えば、ウエハWの走査露光中に、ショット領域内のスクライプなどの特異な段差にかかる検出点は使用しないようにすることで、投影光学系の像面とウエハWの露光面との位置合わせ精度の悪化が防止できる。

②ウエハWの走査露光中に、フォーカスセンサ 7 の検出結果を補正するためのオフセット量（補正データ）を求めるための情報として用いる。たとえば、ショット領域内にスクライプなどの特異な段差部が存在する場合、走査露光中に、その段差部分に対応するフォーカスセンサ 7 の検出結果を、そのオフセット量を使って補正することにより、ショット領域内に特異な段差部が存在しても投影光学系の像面とウエハWの露光面との位置合わせを精度よく行うことができる。

#### 産業上の利用可能性

以上詳細に説明したように、本発明の走査露光方法によれば、基板の合焦制

御を適正化されたモードで行なうので、極端な結像性能の劣化を起こすことなく、マスクに形成されたパターンを基板に転写することができる。また、本発明の走査型露光装置によれば、本発明の走査露光方法を使用してパターン転写を行うので、極端な結像性能の劣化を起こすことなくパターン転写を行うことができる。したがって、本発明の走査露光方法及び走査型露光装置は、微細なパターンを有するデバイスの量産製造に適している。



## 請 求 の 範 囲

1. マスクと基板とを同期移動させながら、前記マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する走査露光方法であって、

前記区画領域の表面状態に応じて、複数の合焦制御モードの中から、前記区画領域へのパターン転写の際における合焦制御モードを決定し、該決定されたモードで前記合焦制御を行いつつ、前記マスクに形成されたパターンを前記区画領域に転写する走査露光方法。

2. 請求項 1 に記載の走査露光方法において、

前記パターン転写の際における合焦制御モードは、前記基板上の照明領域の形状を更に考慮して決定されることを特徴とする走査露光方法。

3. 請求項 2 に記載の走査露光方法において、

前記複数の合焦制御モードは、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行う第 1 モードと、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行わない第 2 モードとを含むことを特徴とする走査露光方法。

4. 請求項 3 に記載の走査露光方法において、

前記区画領域の表面状態は、前記区画領域内の転写パターンの繰り返し単位領域における前記投影光学系の光軸方向に関する凹凸の前記基板の同期移動方向に関する空間周波数分布で表され、前記照明領域の形状は、前記照明領域の前記基板の同期移動方向に関するスリット幅で表されることを特徴とする走査

露光方法。

5. 請求項 4 に記載の走査露光方法において、

前記空間周波数分布において振幅が最大となる卓越周波数に応じた卓越波長が前記スリット幅に応じた長さ以上のときに、前記第 1 モードで前記基板を合焦制御し、前記卓越波長が前記スリット幅に応じた長さ未満のときに、前記第 2 モードで前記基板を合焦制御することを特徴とする走査露光方法。

6. 請求項 5 に記載の走査露光方法において、

前記スリット幅に応じた長さは、前記スリット幅であることを特徴とする走査露光方法。

7. 請求項 1 に記載の走査露光方法において、

前記区画領域の表面状態は、前記マスクに形成されたパターンの前記区画領域への転写に先立って測定されることを特徴とする走査露光方法。

8. 請求項 7 に記載の走査露光方法において、

前記区画領域の表面状態は、前記マスクに形成されたパターンの前記基板への転写のロット毎に、前記パターンの転写に先立って行われることを特徴とする走査露光方法。

9. 請求項 7 に記載の走査露光方法において、

前記区画領域の表面状態は、前記マスクに形成されたパターンの前記基板への転写における露光プロセスの種類毎に、前記パターンの転写に先立って行われることを特徴とする走査露光方法。

10. 請求項7に記載の走査露光方法において、  
前記区画領域は前記基板上に複数配列され、  
前記区画領域の表面状態は、前記複数の区画領域の1つについて行われることを特徴とする走査露光方法。
11. 請求項1に記載の走査露光方法において、  
前記合焦制御は、前記投影光学系の光軸方向に関する前記基板の位置を制御するフォーカス位置制御を含み、  
前記フォーカス位置制御を前記同期移動に追従して行うことができないと判定された場合には、該判定がなされる直前における前記投影光学系の光軸方向に関する前記基板の位置を維持する制御を行うことを特徴とする走査露光方法。
12. 請求項1に記載の走査露光方法において、  
前記合焦制御は、前記基板の同期移動方向に関する傾き制御を含み、  
前記傾き制御を前記同期移動に追従して行うことができないと判定された場合には、該判定がなされる直前における前記同期移動方向に関する前記基板の傾きを維持する制御を行うことを特徴とする走査露光方法。
13. 請求項1に記載の走査露光方法において、  
前記合焦制御は、前記投影光学系の光軸に対する直交面内における前記基板の同期移動方向に直交する方向に関する傾き制御を含み、  
前記傾き制御を前記同期移動に追従して行うことができないと判定された場合には、該判定がなされる直前における前記同期移動方向に直交する方向に関する前記基板の傾きを維持する制御を行うことを特徴とする走査露光方法。

14. 投影系を通過した露光ビームに対して基板を所定方向に移動するとともに、前記投影系の光軸方向に関する前記基板表面の位置情報を検出しながら、前記基板を露光する走査露光方法において、

前記基板が露光されない状態で前記所定方向へ前記基板を移動しながら、前記基板の表面の凹凸に関する情報を測定し、

前記検出された位置情報に基づく前記所定方向の前記基板の傾き調整を前記基板の露光中に行うか否かを、前記測定された凹凸情報に基づいて決定することを特徴とする走査露光方法。

15. 請求項14に記載の走査露光方法において、

前記投影系の像面と前記基板表面との位置合わせ精度が悪化しないように、前記所定方向の前記基板の傾き調整を前記基板の露光中に行うか否かを決定することを特徴とする走査露光方法。

16. マスクと基板とを同期移動させながら、前記マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する走査型露光装置であって、

前記マスクを保持するマスクステージと；

前記基板を保持する基板ステージと；

前記基板表面の照明領域内の少なくとも1点の検出点に関する前記投影光学系の光軸方向の位置を検出する第1検出系と；

前記マスクステージと前記基板ステージと前記投影光学系の光軸と垂直な平面内で駆動する第1駆動系と；

前記基板ステージを前記投影光学系の光軸方向及び傾斜方向の少なくとも一方へ駆動する第2駆動系と；

前記区画領域の表面状態を示すデータを記憶する記憶装置と；

前記区画領域の表面状態を示すデータに基づいて、複数の合焦制御モードの中から、前記区画領域へのパターン転写の際における合焦制御モードを決定し、前記第 1 検出系による検出結果に基づき前記第 2 駆動系を制御して合焦制御しつつ、前記第 1 駆動系を制御して前記マスクステージと前記基板ステージとを同期移動させる制御系とを備える走査型露光装置。

17. 請求項 16 に記載の走査型露光装置において、

前記制御系は、前記区画領域の表面状態を示すデータと前記照明領域の形状に関するデータとの関係に基づいて合焦制御のモードを決定することを特徴とする走査型露光装置。

18. 請求項 17 に記載の走査型露光装置において、

前記複数の合焦制御モードは、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行う第 1 モードと、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行わない第 2 モードとを含むことを特徴とする走査型露光装置。

19. 請求項 18 に記載の走査型露光装置において、

前記区画領域の表面状態を示すデータは、前記区画領域内の転写パターンの繰り返し単位領域における前記投影光学系の光軸方向に関する凹凸の前記基板の同期移動方向に関する空間周波数分布において、振幅が最大となる卓越周波数に応じた卓越波長であるとともに、前記照明領域の形状に関するデータは、前記照明領域の前記基板の同期移動方向に関するスリット幅であり、

前記制御系は、前記パターンの転写に際し、前記卓越波長が前記照明領域のスリット幅以上のときに、前記第 1 モードで前記基板を合焦制御し、前記卓越波長が前記スリット幅未満のときに、前記第 2 モードで前記基板を合焦制御す

ることを特徴とする走査型露光装置。

20. 請求項19に記載の走査型露光装置において、

前記投影光学系の光軸方向に垂直な仮想面に対する、前記同期移動の方向及びこれに垂直な方向に関する前記基板ステージの傾きを検出する第2検出系を更に備え、

前記制御系は、前記第1検出系及び前記第2検出系の検出結果に基づいて、合焦制御を行うことを特徴とする走査型露光装置。

21. 請求項20に記載の走査型露光装置において、

前記複数の合焦制御モードは、前記第2検出系による検出結果に基づいて、前記基板ステージ表面を前記仮想面とほぼ平行に維持する第3モードを更に含み、

前記第3モードによる合焦制御の下での前記同期移動中における前記第1検出系による検出結果データを収集し、前記検出結果データに基づいて前記区画領域の表面状態を求める演算装置を更に備えることを特徴とする走査型露光装置。

22. 請求項21に記載の走査型露光装置において、

前記演算装置は、前記検出結果データに基づいて、前記区画領域内の転写パターンの繰り返し単位領域における前記投影光学系の光軸方向に関する凹凸の前記基板の同期移動方向に関する空間周波数分布を演算した後、前記空間周波数分布において振幅が最大となる卓越周波数に応じた卓越波長を求め、前記記憶装置に格納することを特徴とする走査型露光装置。

23. マスクと基板とを同期移動させながら、前記マスクに形成されたパタ

ーンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する走査型露光装置の製造方法であって、

前記マスクを保持するマスクステージを提供する工程と；

前記基板を保持する基板ステージを提供する工程と；

前記基板表面の照明領域内の少なくとも1点の検出点における前記投影光学系の光軸方向の位置を検出する第1検出系を提供する工程と；

前記マスクステージと前記基板ステージと前記投影光学系の光軸と垂直な平面内で駆動する第1駆動系を提供する工程と；

前記基板ステージを前記投影光学系の光軸方向及び傾斜方向の少なくとも一方へ駆動する第2駆動系を提供する工程と；

前記区画領域の表面状態を示すデータを記憶する記憶装置を提供する工程と；

前記区画領域の表面状態を示すデータに基づいて合焦制御のモードを決定し、前記第1検出系による検出結果に基づき前記第2駆動系を制御して合焦制御しつつ、前記第1駆動系を制御して前記マスクステージと前記基板ステージとを同期移動させる制御系を提供する工程とを含む走査型露光装置の製造方法。

24. 請求項23に記載の走査型露光装置の製造方法であって、

前記投影光学系の光軸方向に垂直な仮想面に対する、前記同期移動の方向及びこれに垂直な方向に関する前記基板ステージの傾きを検出する第2検出系を提供する工程を更に含む走査型露光装置の製造方法。

25. 請求項24に記載の走査型露光装置の製造方法であって、

前記第2検出系による検出結果に基づいて、前記基板ステージ表面を前記仮想面とほぼ平行に維持する合焦制御の下で、前記同期移動中における前記第1検出系による検出結果データを収集し、前記検出結果データに基づいて前記区

画領域の表面状態を求める演算装置を更に備えることを特徴とする走査型露光装置の製造方法。

26. 請求項16～22のいずれか一項に記載の露光装置を用いて製造されたデバイス。

27. リソグラフィ工程を含むデバイスの製造方法において、

前記リソグラフィ工程では、請求項1～15のいずれか一項に記載の露光方法によって、基板上のストリートラインによって区画された区画領域に所定のパターンを転写することを特徴とするデバイスの製造方法。



Fig. 1

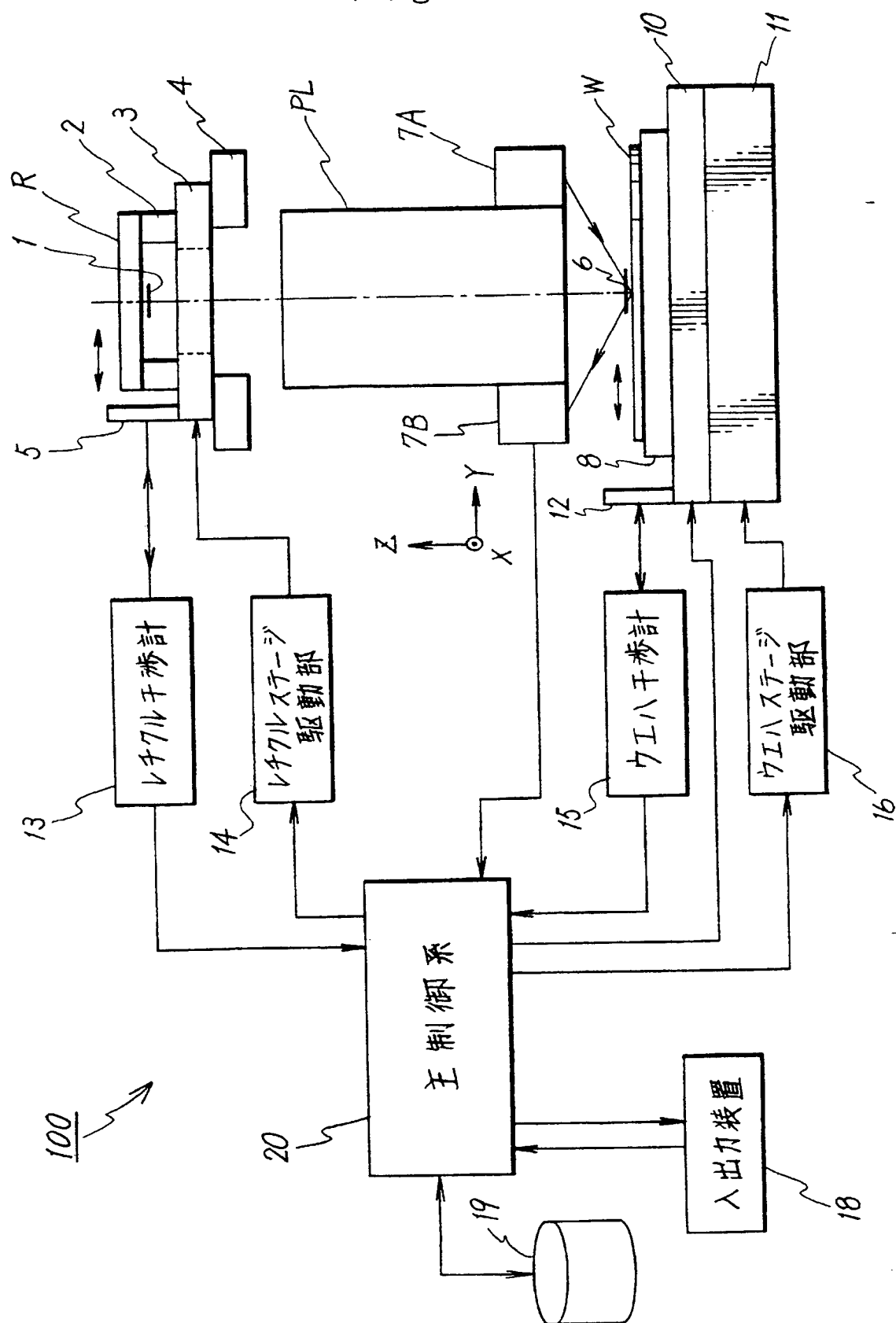
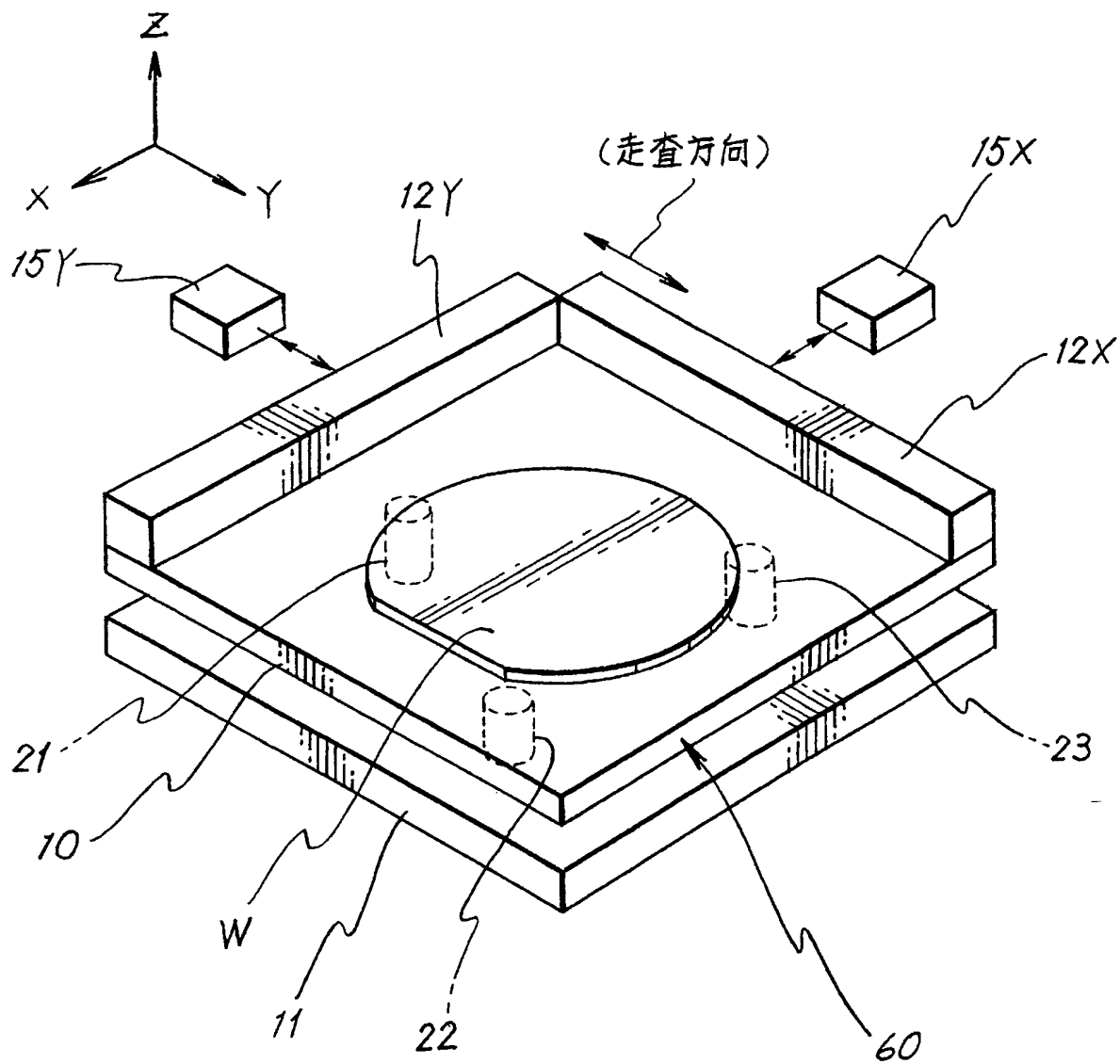


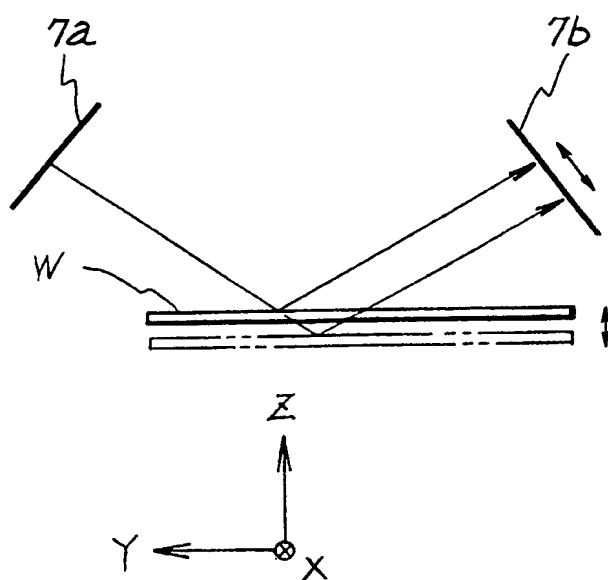


Fig. 2

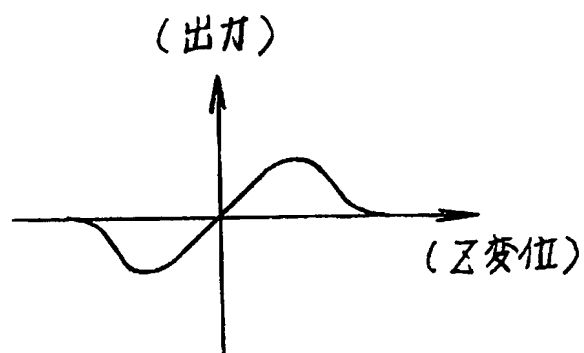




F i g . 3 A



F i g . 3 B





F i g . 4

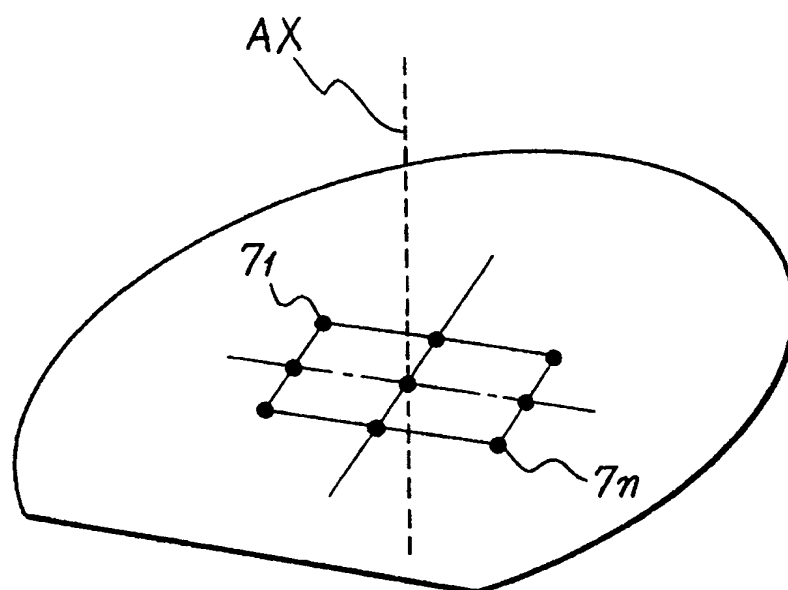






Fig. 5

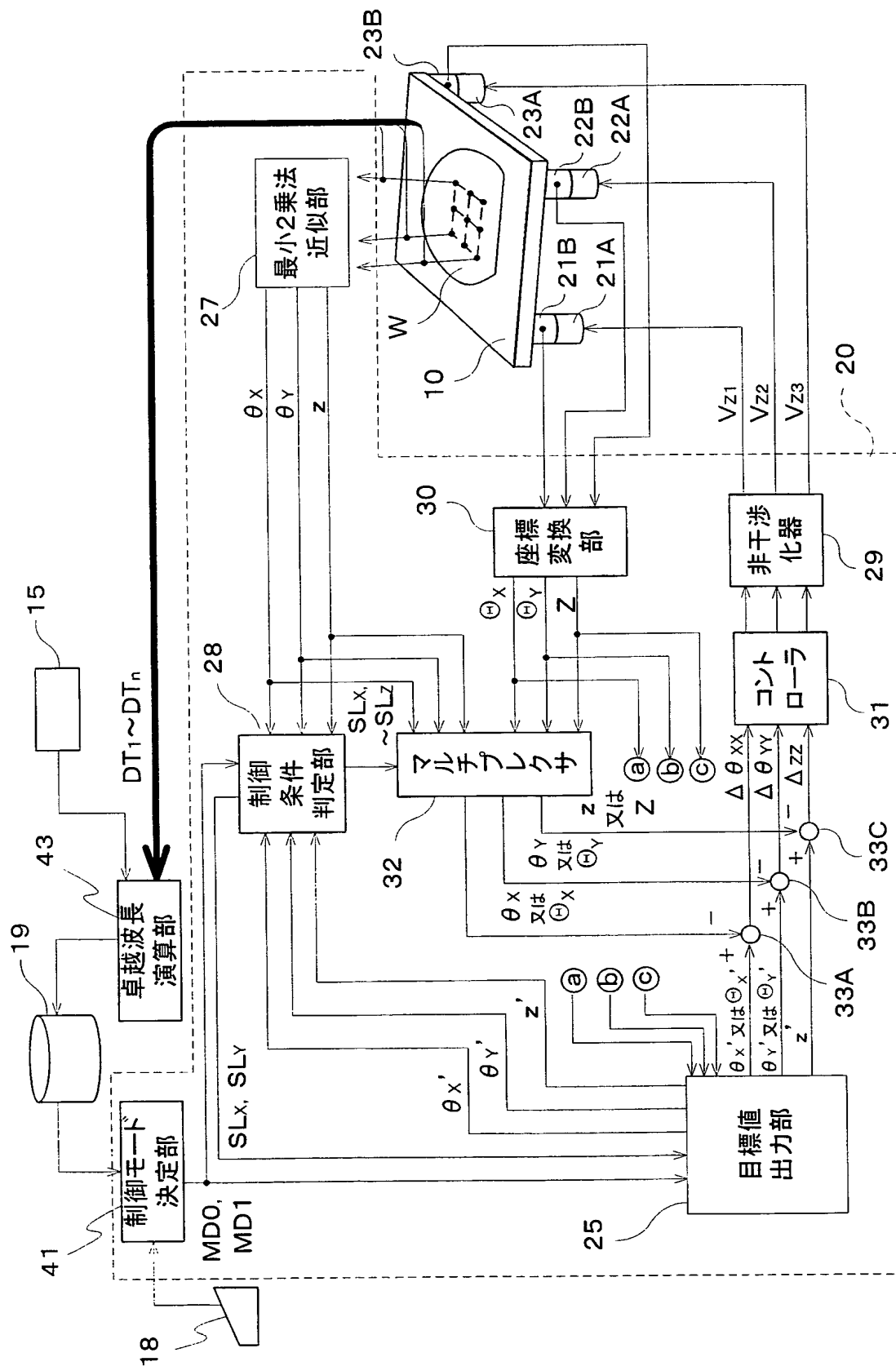




Fig. 6

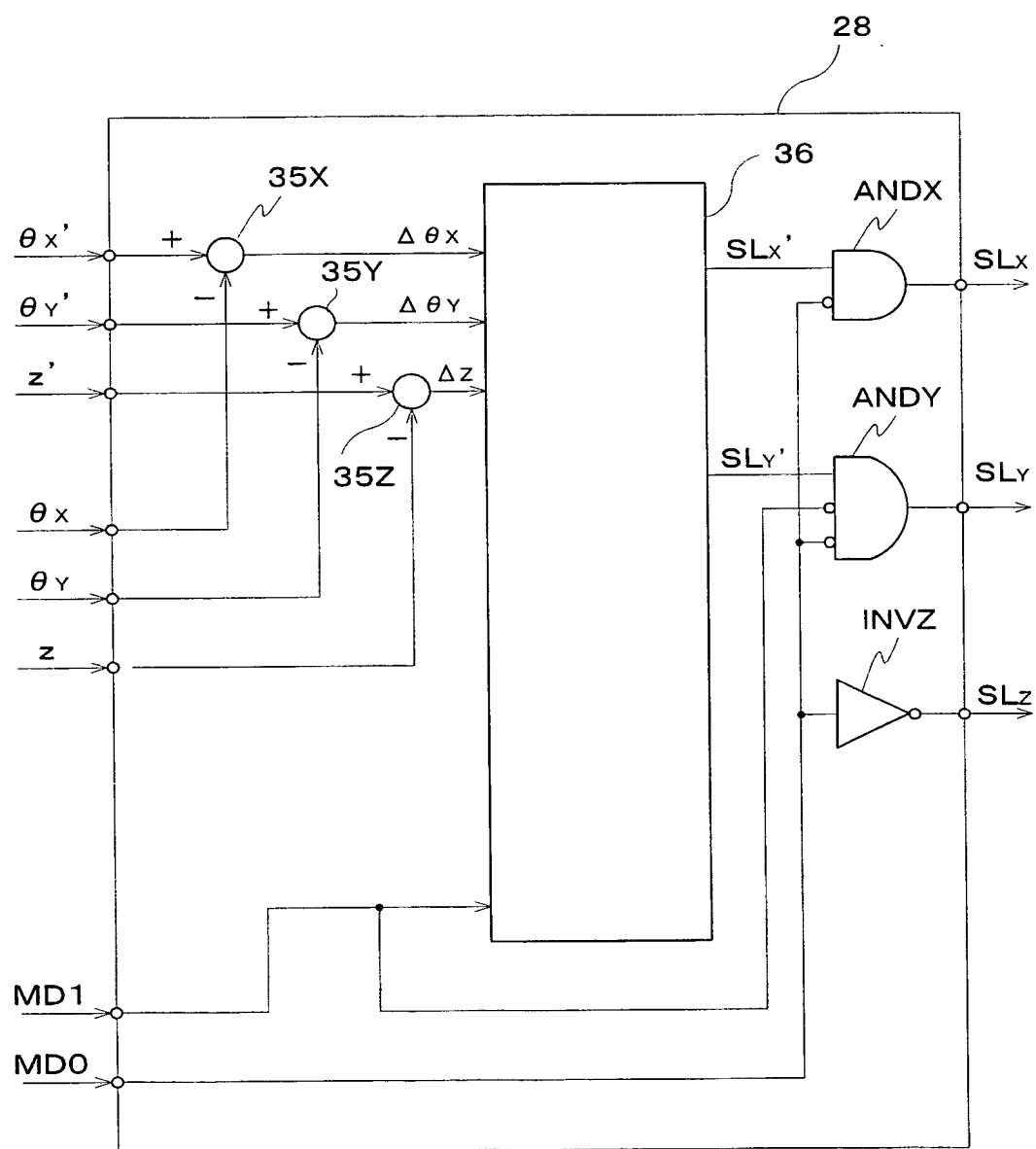




Fig. 7

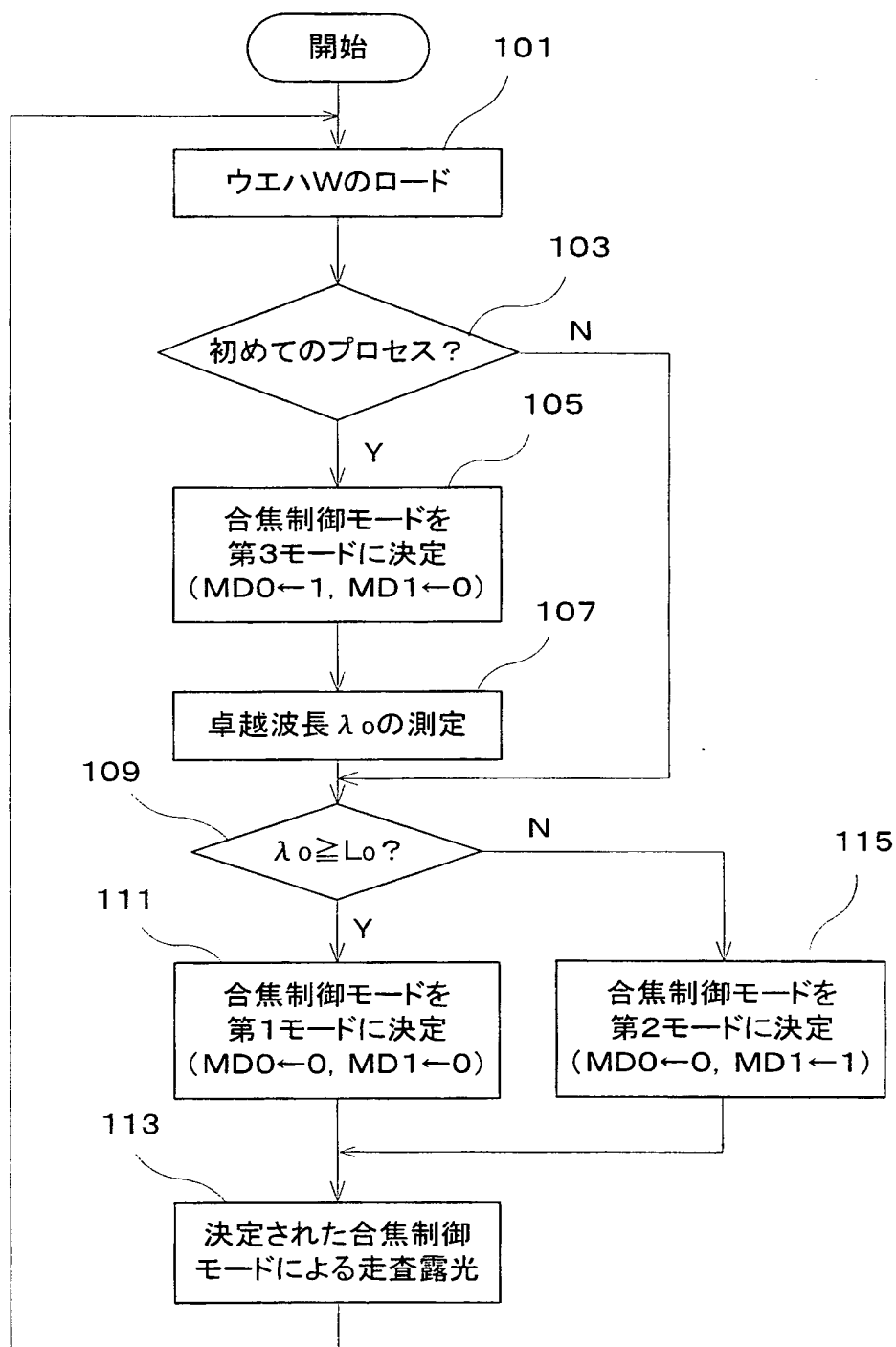




Fig. 8 A

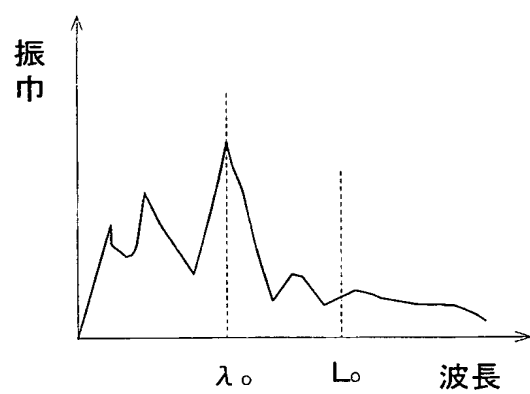
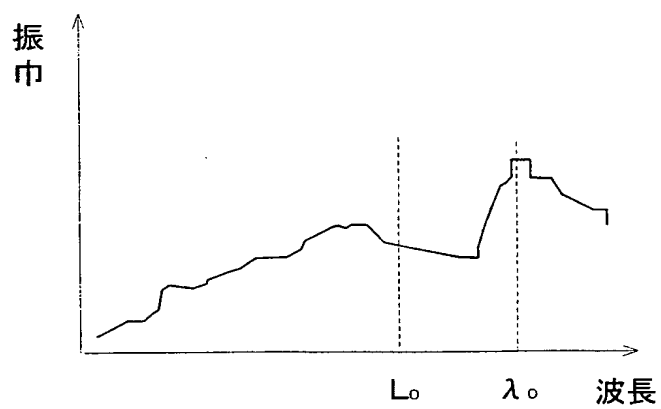


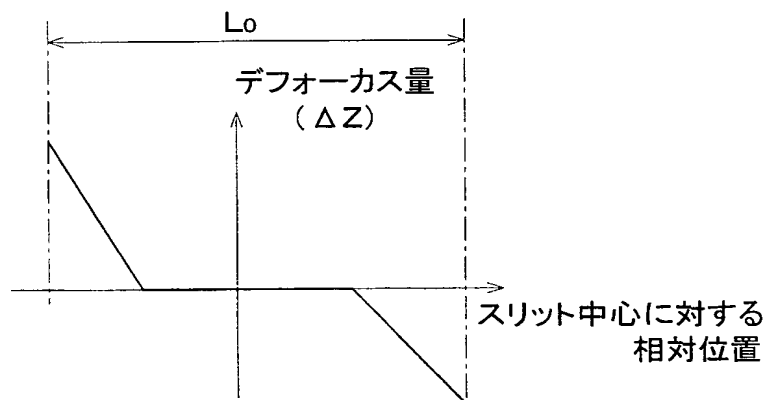
Fig. 8 B







F i g. 9 A



F i g. 9 B

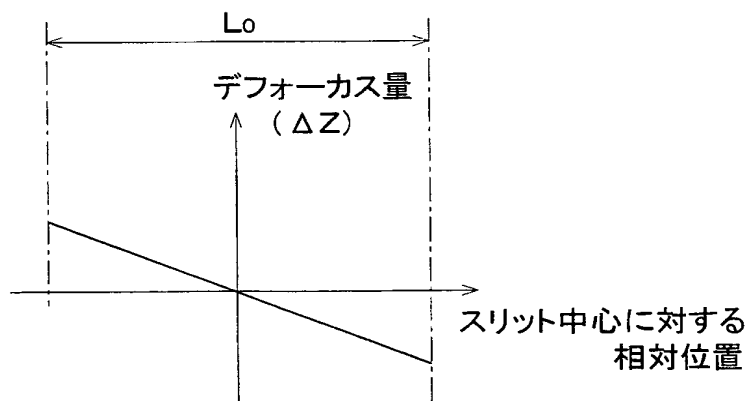




Fig. 10

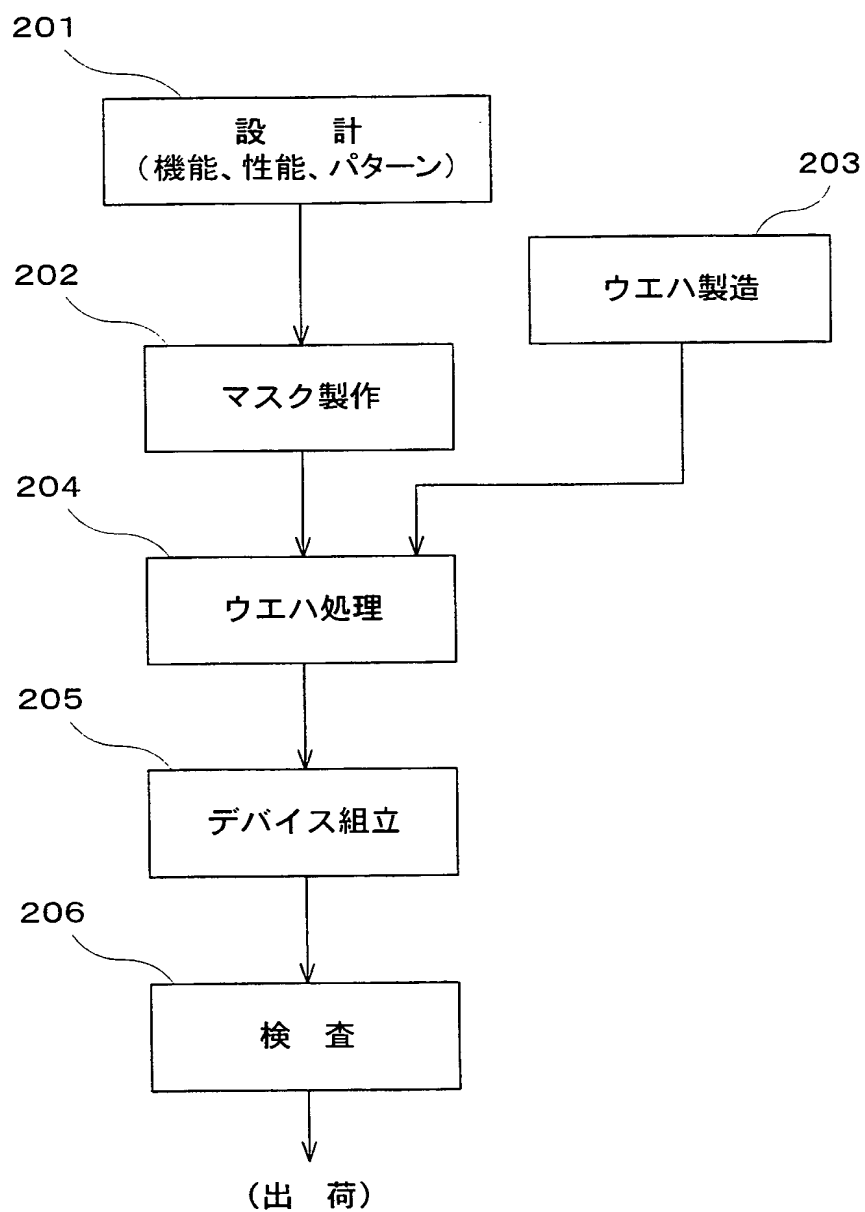
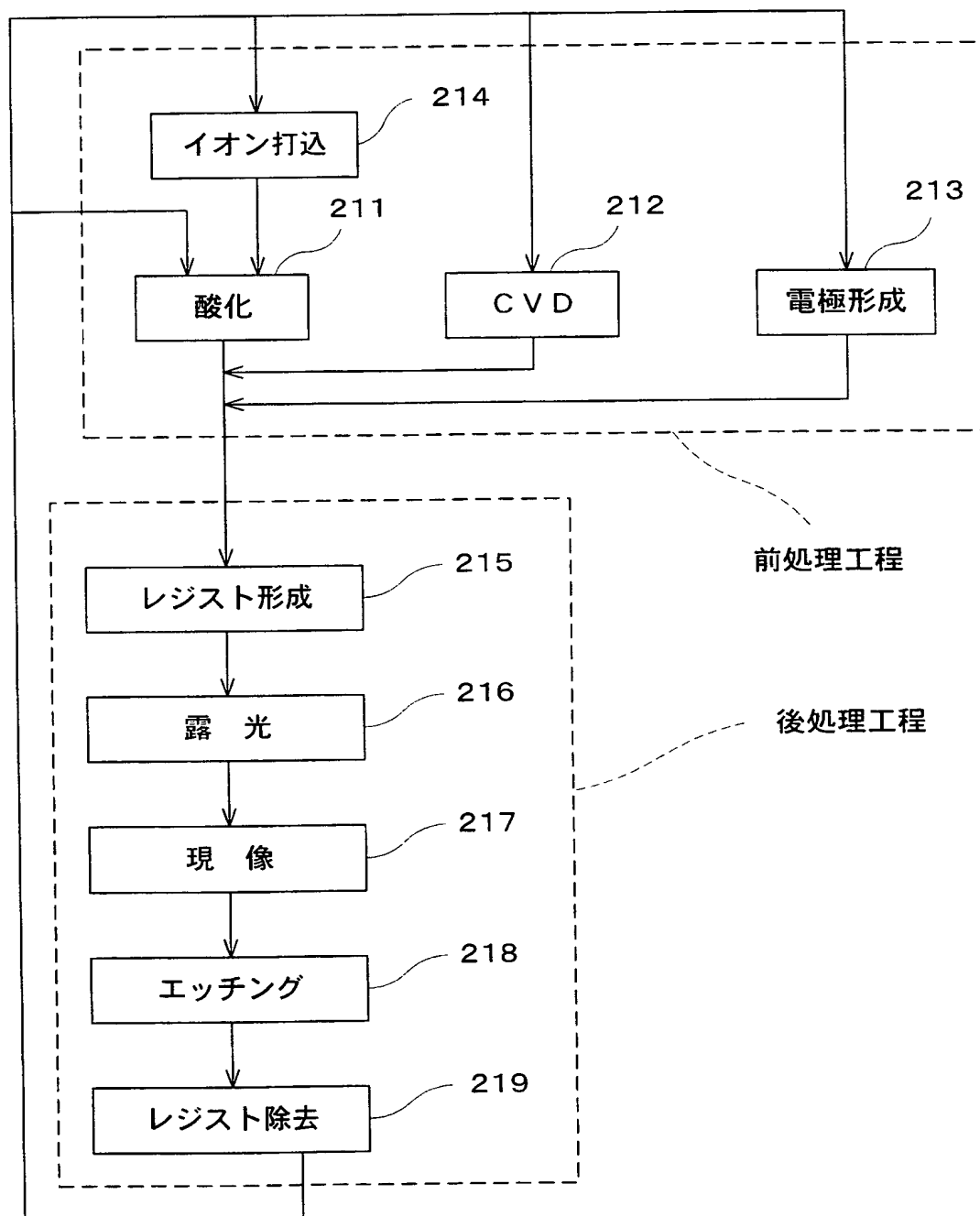




Fig. 11





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 International application No.  
 PCT/JP99/03458

 A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 Int.Cl.<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

 Int.Cl.<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1999 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 9-306823, A (Nikon Corp.), 28 November, 1997 (28. 11. 97) Page 1 (Family: none)	1, 16, 23-27
Y	JP, 9-17717, A (Nikon Corp.), 17 January, 1997 (17. 01. 97), Page 1 & KR, 97002480, A & US, 1774, H	1, 16, 23-27
Y	JP, 9-15872, A (Nikon Corp.), 17 January, 1997 (17. 01. 97), Page 1 & KR, 97002480, A & US, 1774, H	1, 16, 23-27

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

 Date of the actual completion of the international search  
 20 September, 1999 (20. 09. 99)

 Date of mailing of the international search report  
 28 September, 1999 (28. 09. 99)

 Name and mailing address of the ISA/  
 Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

3

2

1

3



## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 99/03458

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>°</sup> H01L21/027, G03F7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>°</sup> H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1999年  
日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P, 9-306823, A (株式会社ニコン) 28. 11月. 1997 (28. 11. 97) 1ページ (ファミリーなし)	1, 16, 23-27
Y	J P, 9-17717, A (株式会社ニコン) 17. 1月. 1997 (17. 01. 97) 1ページ	1, 16, 23-27
Y	&KR, 97002480, A &US, 1774, H J P, 9-15872, A (株式会社ニコン) 17. 1月. 1997 (17. 01. 97) 1ページ &KR, 97002480, A &US, 1774, H	1, 16, 23-27

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 09. 99

国際調査報告の発送日

28.09.99

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
岩本 勉

2M 9355

電話番号 03-3581-1101 内線 3274



12T 09/720289

Translation

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference FNI99031	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP99/03458	International filing date (day/month/year) 29 June 1999 (29.06.99)	Priority date (day/month/year) 29 June 1998 (29.06.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 21/027, G03F 7/20		
Applicant NIKON CORPORATION		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>4</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>4</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 27 January 2000 (27.01.00)	Date of completion of this report 25 September 2000 (25.09.2000)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/03458

## I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:  
pages 1-5,7-9,11,12,14-36, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 6,10,13, filed with the letter of 13 July 2000 (13.07.2000)
- ☒ the claims:  
pages 1-25, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages 26-30, filed with the letter of 13 July 2000 (13.07.2000)
- ☒ the drawings:  
pages 1-11, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 99/03458

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement			
Novelty (N)	Claims	2-15, 17-22, 24-28	YES
	Claims	1, 16, 23, 29, 30	NO
Inventive step (IS)	Claims	2-15, 17-22, 26-28	YES
	Claims	1, 16, 23-25, 29, 30	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-30	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

Claims 1, 16, 23, 29 and 30

In Document 1 (JP, 9-306823, A (Nikon Corp.), November 28, 1997 (28.11.97)), grouping a plurality of measurement points into a plurality of groups, calculating measured values for each of the grouped groups and applying weighting factors to each of these measured values to calculate a surface position is equivalent to deciding a focussing mode from a plurality of focussing modes in accordance with the surface conditions of a demarcated area, as described in the above claims.

In Document 2 (JP, 9-17717, A (Nikon Corp.), January 17, 1997 (17.01.97)), selecting one focus position chosen from a first focus position detected by a substrate focus position detection sensor and a second focus position detected by a stage focus position sensor, in accordance with the surface conditions, is equivalent to deciding a focus control mode from a plurality of focus control modes in accordance with the surface conditions of a demarcated area, as described in the above claims.

Claims 24 and 25

Document 3 (JP, 9-15872, A (Nikon Corp.), January 17, 1997 (17.01.97), paragraphs [0009] to [0011]) discloses the control of inclination of with respect to





**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/JP 99/03458

the X axis and Y axis.



U. S. N.

4 - 1 - 1

1

09/720789

525 Rec'd PCT/PTO 29 DEC 2000

THE FOLLOWING IS THE ENGLISH TRANSLATION OF THE  
ANNEXES TO THE INTERNATIONAL PRELIMINARY  
EXAMINATION REPORT:

AMENDED SHEETS (Pages 8, 9, 9/1, 14, 15, 15/1, 19, 20, 20/1,  
21, 64, 64/1).



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/03458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1999 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 9-306823, A (Nikon Corp.), 28 November, 1997 (28. 11. 97) Page 1 (Family: none)	1, 16, 23-27
Y	JP, 9-17717, A (Nikon Corp.), 17 January, 1997 (17. 01. 97), Page 1 & KR, 97002480, A & US, 1774, H	1, 16, 23-27
Y	JP, 9-15872, A (Nikon Corp.), 17 January, 1997 (17. 01. 97), Page 1 & KR, 97002480, A & US, 1774, H	1, 16, 23-27

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
20 September, 1999 (20. 09. 99)

Date of mailing of the international search report  
28 September, 1999 (28. 09. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.



the present invention is the scanning exposure method for transferring a pattern formed on a mask to a divided area on a substrate through a projection optical system, while said mask and said substrate are synchronously moved, comprising  
5 the steps of: deciding a focusing control mode to be used when said pattern is transferred onto the divided area in a plurality of focusing control modes, depending on a surface condition of the divided area; transferring the pattern formed on the mask onto the divided area and performing said focusing control  
10 in the decided mode.

With this, the mode of the focusing control is decided, depending on the surface condition of the divided area. Then, the pattern formed on the mask is transferred onto the divided area, performing the focusing control with the properly  
15 adjusted mode. Accordingly, the properly adjusted focusing control action might be performed, depending on the surface condition of the divided area in which the warpage or swell of the raw substrate is reflected. Therefore, the pattern formed on the mask is transferred onto the substrate with no  
20 serious deterioration of the imaging performance or no premise for the high driving practicability for the focusing control (to be referred to as the "focusing control driving power").

The focusing control might include the focus position control that controls the position of the substrate in the  
25 optical axis direction of the projection optical system. In addition, it might include the leveling control that controls the tilt of the substrate to the plane perpendicular to the optical axis direction of the projection optical system. The





leveling control might include the tilt control of the substrate in the synchronous moving direction and the tilt control of the substrate in the direction perpendicular to the synchronous moving direction in the plane perpendicular to the optical axis direction of the projection optical system.

In the first scanning exposure direction, the focusing control mode to be used when said pattern is transferred might be decided, further considering a shape of an illumination area on said substrate. In this case, the focusing control mode for the substrate is decided depending on the relation between the surface condition of the divided area and the shape of the illumination area (the exposure area). Then, the pattern formed on the mask can be transferred onto the divided area, performing the focusing control in the properly adjusted mode.

The leveling control can be done or not done by taking notice of that in the synchronous moving direction, in which it is predicted that the driving load becomes the highest when the focusing control is performed. That is, the plurality of focusing control modes include: the first mode in which the tilt control of the substrate is performed in the synchronous moving direction by following-up the synchronous moving; and a second mode in which tilt control of the substrate is not performed in the synchronous moving direction by following-up the synchronous moving.

Furthermore, the surface condition of the divided area can be represented as a spatial frequency distribution along the synchronous moving direction of the substrate, on which a repeating unit area of the pattern to be transferred having



or swell of the raw substrate is reflected. Therefore, the pattern formed on the mask is transferred onto the substrate with no serious deterioration of the imaging performance or no premise for the high driving power for the focusing control.

5           In the third aspect of the present invention, the present invention is the scanning exposure apparatus which is used to transfer the pattern formed on the mask onto the divided area on the substrate, through a projection optical system, moving the mask and the substrate, comprising: a mask stage  
10   for holding the mask; a substrate stage for holding the substrate; the first detecting system for detecting a position for at least one of detection point in an optical axis direction of the projection optical system, in a illumination area on said substrate surface; the first driving system for driving  
15   the mask stage and the substrate stage in planes perpendicular to the optical axis direction of the projection optical system; the second driving system for driving the substrate stage to at least one of the optical axis direction of the projection detecting system and the tilt direction; a memory unit for  
20   storing a data representing the substrate condition of the divided area; and a control system for synchronously moving the mask stage and the substrate stage by controlling the first driving system, while performing said focusing control by controlling the second driving system based on a result from  
25   the first detecting system, wherein a focusing control mode to be used in the transfer a pattern onto said divided area is decided from a plurality of focusing control modes based on the data representing the substrate surface of the divided



• •

•  
•  
•  
•

area.

According to this, the control system decides a focusing control mode based on a relation between a data representing the substrate surface of the divided area and a data for the shape of the illumination area. Then, the control system controls the second driving system in the decided focusing control mode, based on the detection result from the first detecting system to drive the substrate stage for holding the substrate into the optical axis direction of the projection optical system, to performs the focusing control. In company with the focusing control, the control system controls the first driving system to perform synchronous moving control of the mask stage and the substrate stage; thereby the pattern formed on the mask is transferred onto the divided area on the substrate through the projection optical system. Accordingly, the pattern is transferred by using the present exposure method, it can be transferred without serious deterioration of the imaging performance, while the focus control is performed by using the simple structure which does not promise the high focusing driving practicability.

In the focusing control, the structure might be used; wherein the control system performs the focus position control, which controls the second driving system by using the detection result from the first detecting system according to the decided focusing control mode, and it includes the focusing control for controlling the substrate position in the optical axis direction of the projection optical system. The other structure might be used; wherein the first detecting system



synchronous moving under the focusing control in the third mode and then obtain the surface condition of the divided area, based on the detection result data. In this case, adding to the general exposure processing, the measurement processing  
5 for the surface condition of the divided area prior to the scanning exposure by itself. Alternatively, the calculating operation unit employs the structure; wherein the calculating operation unit calculates the spatial frequency distribution formed by the concave and convex along the synchronous moving  
10 direction of the substrate, and the calculating operation units obtains a predominant wavelength corresponding to a predominant frequency which becomes maximum in the spatial frequency distribution to store in the memory unit, and then an calculating operation system for acquiring a detection result data by using  
15 the first detecting system during said synchronous moving under the focusing control in the third mode, and it obtains the surface condition of the divided area based on the detection result data. Wherein, the concave and convex in the optical axis direction of the projection optical system are formed  
20 in the area for repeating unit of a pattern to be transferred in the divided area.

In the fourth aspect of the present invention, the present invention is a making method of a scanning exposure apparatus for transferring the pattern formed on the mask through a  
25 projection optical system, while a mask and a substrate move synchronously, comprising the steps of: providing a mask stage for holding the mask; providing a substrate stage for holding the substrate; providing a first detecting system for detecting





a position of the projection optical system in an optical axis direction in at least one detection point in said illumination area on the substrate surface; providing a first driving system for driving the mask stage and the substrate stage in a plane  
5 which is perpendicular to the optical axis direction of the projection optical system; providing a second driving system for driving the substrate stage in at least one direction of the optical axis direction of the projection optical system or a tilt direction; providing a memory unit for memorizing  
10 a data representing a surface condition of the divided area; and providing a control system for moving the mask stage and the substrate stage synchronously by controlling the first driving system, performing the focusing control by controlling the second driving system based on a result from the first  
15 detecting system.

With this, the exposure apparatus of the present embodiment might be produced; wherein, the above-mentioned mask stage, the substrate stage, the first detecting system, the first driving system, the second driving system, the memory  
20 unit, control system, and other blocks and units, and are connected electrically, mechanically and optically to assemble the apparatus. After that, the apparatus is totally adjusted (electrical adjustment or inspection of the operation).

The making method of the scanning type exposure apparatus  
25 of the present invention can further comprise the step of providing the second detecting system for detecting a tilt of the substrate stage in the synchronous moving direction to a virtual plane perpendicular to the optical axis direction



of the projection optical system and in a direction perpendicular to the synchronous moving direction. In this case, the apparatus for performing the suitable focusing control can be made, which performs the suitable focusing control by considering the detection result from the second detecting system, even when the suitable focusing control can not be performed based on the sole detection result from the first detection system.

The making method of the scanning type exposure apparatus of the present invention for providing the second detecting system might further comprise the step of providing a calculating operation system for acquiring a detection result data from the first detecting system during the synchronous moving under the focusing control, which maintains the substrate stage surface to be substantially parallel to the virtual plane, based on the detection result from the second detecting system to obtain the surface condition of the divided area.

Furthermore, in the lithography step, the device comprising fine patterns may be manufactured by transferring a predetermined pattern to the divided area formed on the substrate by using the apparatus of the present invention. At that time, the exposure method in which the first or the second position detection method described above is used. Accordingly, the present invention is the device manufactured by using the exposure apparatus of the present invention in another viewpoint, and also it is the manufacturing method of device by using the exposure method of the present invention



25. The making method according to claim 23, further comprising:

5 providing an calculating observation system which acquires a detection result data from said first detecting system during said synchronous moving under said focusing control, which maintains said substrate stage surface to be substantially parallel to said virtual plane, based on said detection result from said second detecting system to obtain said surface condition of said divided area.

10

26. A device manufactured by using said exposure apparatus according to one of claims 16 to 22.

27. A device manufacturing method including a  
15 lithographic process, comprising:

a predetermined pattern is transferred onto a divided area, which is divided by a street line on a substrate, by using one of said method according to claims 1 to 15.

20



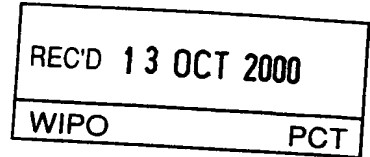
15T

特 許 協 力 条 約

P C T

国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]



出願人又は代理人 の書類記号 FNI99031	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/ IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/J P 99/03458	国際出願日 (日.月.年) 29.06.99	優先日 (日.月.年) 29.06.98
国際特許分類 (IPC) Int. Cl <sup>7</sup> H01L21/027 G03F7/20		
出願人 (氏名又は名称) 株式会社ニコン		

- 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。  
☒ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で 4 ページである。

- この国際予備審査報告は、次の内容を含む。
  - ☒ 国際予備審査報告の基礎
  - ☐ 優先権
  - ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
  - ☐ 発明の単一性の欠如
  - ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
  - ☐ ある種の引用文献
  - ☐ 国際出願の不備
  - ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 27.01.00	国際予備審査報告を作成した日 25.09.00		
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員)	2 M	9 3 5 5
	岩本 勉		
電話番号 03-3581-1101 内線 3274			





## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT 14条)の規定に基づく命令に応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。PCT規則70.16, 70.17)

☐ 出願時の国際出願書類

- ☒ 明細書 第 1-5, 7-9, 11, 12, 14-36 ページ、  
明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、  
明細書 第 6, 10, 13 ページ、  
出願時に提出されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
13.07.00 付の書簡と共に提出されたもの
- ☒ 請求の範囲 第 1-25 項、  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、  
請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、  
請求の範囲 第 26-30 項、  
出願時に提出されたもの  
PCT 19条の規定に基づき補正されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
13.07.00 付の書簡と共に提出されたもの
- ☒ 図面 第 1-11 ~~ページ~~/図、  
図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、  
図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、  
出願時に提出されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、  
明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、  
出願時に提出されたもの  
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)



V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)	請求の範囲	2-15, 17-22, 24-28	有
	請求の範囲	1, 16, 23, 29, 30	無
進歩性 (IS)	請求の範囲	2-15, 17-22, 26-28	有
	請求の範囲	1, 16, 23-25, 29, 30	無
産業上の利用可能性 (IA)	請求の範囲	1-30	有
	請求の範囲		無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

請求の範囲1, 16, 23, 29, 30

文献1: JP, 9-306823, A(株式会社ニコン)28.11月.1997(28.11.97)に記載の、複数の計測点を複数のグループに分け、グループ化されたグループ毎に計測値を算出し、その計測値に夫々重み係数を掛けて面位置を算出する構成は、当該請求の範囲でいう、区画領域の表面状態に応じて、複数の合焦制御モードの中から、合焦制御モードを決定する構成に相当する。

文献2: JP, 9-17717, A(株式会社ニコン)17.1月.1997(17.01.97)に記載の、基板用焦点位置検出センサにより検出された第1の焦点位置、ステージ用焦点位置検出センサにより検出された第2の焦点位置より、表面状態に応じて1つの焦点位置を選択する構成は、当該請求の範囲でいう、区画領域の表面状態に応じて、複数の合焦制御モードの中から、合焦制御モードを決定する構成に相当する。

請求の範囲24, 25

文献3: JP, 9-15872, A(株式会社ニコン)17.1月.1997(17.01.97)の[0009]乃至[0011]には、X軸回りおよびY軸回りの傾斜を制御する点が記載されている。



定し、適正化されたモードで合焦制御を行いつつ、マスクに形成されたパターンを区画領域に転写する。したがって、基板上に転写されたパターンによる段差や、生基板が持っているそり、うねり等に伴う区画領域の表面状態に応じて適正な合焦動作を行うことができるので、高い合焦駆動用の能力（以下、「合焦駆動能力」ともいう）を前提とせずに、極端な結像性能の劣化を起こすことなく、マスクに形成されたパターンを基板に転写することができる。

ここで、合焦制御には、投影光学系の光軸方向に関する基板の位置を制御するフォーカス位置制御を含むことができ、また、投影光学系の光軸方向の直交面に対する傾きを制御するレベリング制御を含むことができる。このレベリング制御には、基板の同期移動方向に関する傾き制御を含むことができ、また、投影光学系の光軸に対する直交面内における基板の同期移動方向に直交する方向に関する傾きを含むことができる。

本発明の第1の走査露光方法では、前記パターン転写の際における合焦制御モードを、前記基板上の照明領域の形状を更に考慮して決定することができる。また、前記合焦制御モードの決定を、前記区画領域に対する転写動作に先立って行うことができる。かかる場合には、区画領域の表面状態と基板上の照明領域（露光領域）の形状との関係に応じて、基板の合焦制御のモードを決定し、適正化されたモードで合焦制御を行いつつ、マスクに形成されたパターンを区画領域に転写することができる。

ここで、基板の区画領域の表面状態と露光領域の同期移動方向に関するスリット幅とに応じて、合焦制御にあたって最も駆動負荷が高くなることが予想される同期移動方向に関するレベリング制御に着目し、その制御の有無を選択することが可能である。すなわち、前記複数の合焦制御モードは、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行う第1モードと、前記基板の同期移動に追従して前記同期移動方向に関する傾き制御を行わない第2モードとを含むことができる。

さらに、前記区画領域の表面状態を、前記区画領域内の転写パターンの繰り



とも1点の検出点に関する前記投影光学系の光軸方向の位置を検出する第1検出系と；前記マスクステージと前記基板ステージと前記投影光学系の光軸と垂直な平面内で駆動する第1駆動系と；前記基板ステージを前記投影光学系の光軸方向及び傾斜方向の少なくとも一方へ駆動する第2駆動系と；前記区画領域の表面状態を示すデータを記憶する記憶装置と；前記区画領域の表面状態を示すデータに基づいて、複数の合焦制御モードの中から、前記区画領域へのパターン転写の際における合焦制御モードを決定し、前記第1検出系による検出結果に基づき前記第2駆動系を制御して合焦制御しつつ、前記第1駆動系を制御して前記マスクステージと前記基板ステージとを同期移動させる制御系とを備える走査型露光装置である。

これによれば、制御系が、記憶装置に記憶された区画領域の表面状態を示すデータに基づいて合焦制御のモードを決定する。そして、制御系が、決定された合焦モードで、第1検出系による検出結果に基づき第2駆動系を制御して、基板を保持する基板ステージを投影光学系の光軸方向へ駆動し、合焦制御を行う。この合焦制御とともに、制御系が第1駆動系を制御して、マスクステージと基板ステージとの同期移動制御を行うことにより、本発明の走査露光方法を使用して、マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する。したがって、本発明の走査露光方法を使用してパターン転写を行うので、高い合焦駆動能力を前提としない簡易な構成で合焦制御を行うつつ、極端な結像性能の劣化を起こすことなくパターン転写を行うことができる。なお、前記制御系が、前記区画領域に対する転写動作に先立って、前記合焦制御モードの決定を行う構成とすることができる。

ここで、合焦制御にあたり、制御系が、決定された合焦制御モードに従い、第1検出系の検出結果に基づいて第2駆動系を制御し、投影光学系の光軸方向に関する基板の位置を制御するフォーカス位置制御を含む合焦制御を行う構成とすることができる。また、第1検出系が、基板表面の照明領域内における少なくとも2点を含む複数の検出点に関する投影光学系の光軸方向の位置を検出





本発明は、第4の観点からすると、マスクと基板とを同期移動させながら、前記マスクに形成されたパターンを、投影光学系を介して前記基板上の区画領域に転写する走査型露光装置の製造方法であって、前記マスクを保持するマスクステージを提供する工程と；前記基板を保持する基板ステージを提供する工程と；前記基板表面の照明領域内の少なくとも1点の検出点における前記投影光学系の光軸方向の位置を検出する第1検出系を提供する工程と；前記マスクステージと前記基板ステージと前記投影光学系の光軸と垂直な平面内で駆動する第1駆動系を提供する工程と；前記基板ステージを前記投影光学系の光軸方向及び傾斜方向の少なくとも一方へ駆動する第2駆動系を提供する工程と；前記区画領域の表面状態を示すデータを記憶する記憶装置を提供する工程と；前記区画領域の表面状態を示すデータに基づいて合焦制御のモードを決定し、前記第1検出系による検出結果に基づき前記第2駆動系を制御して合焦制御しつつ、前記第1駆動系を制御して前記マスクステージと前記基板ステージとを同期移動させる制御系を提供する工程とを含む走査型露光装置の製造方法である。ここで、前記制御系を、前記区画領域に対する転写動作に先立って、前記合焦制御モードの決定を行うものとすることができる。

これによれば、マスクステージ、基板ステージ、第1検出系、第1駆動系、第2駆動系、記憶装置、制御系、及び他の様々な部品や装置を機械的、光学的、及び電氣的に組み合わせて調整することにより、本発明の露光装置を製造することができる。

本発明の走査型露光装置の製造方法では、前記投影光学系の光軸方向に垂直な仮想面に対する、前記同期移動の方向及びこれに垂直な方向に関する前記基板ステージの傾きを検出する第2検出系を提供する工程を更に含むことができる。かかる場合には、第1検出系による検出結果だけでは適正な合焦制御が行えない場合に、第2検出系による検出結果を更に考慮することにより、適正な合焦制御を行う走査型露光装置を製造することができる。

ここで、前記第2検出系を提供する工程を含む本発明の走査型露光装置の製



画領域の表面状態を求める演算装置を更に備えることを特徴とする走査型露光装置の製造方法。

26. (補正後) 請求項1に記載の走査露光方法において、

前記合焦モードの決定は、前記区画領域に対する転写動作に先立って行われることを特徴とする走査露光方法。

27. (補正後) 請求項16に記載の走査型露光装置において、

前記制御系は、前記区画領域に対する転写動作に先立って、前記合焦モードを決定することを特徴とする走査型露光装置。

28. (追加) 請求項23に記載の走査型露光装置の製造方法において、

前記制御系は、前記区画領域に対する転写動作に先立って、前記合焦モードを決定することを特徴とする走査型露光装置の製造方法。

29. (追加) 請求項16～22、及び27のいずれか一項に記載の露光装置を用いて製造されたデバイス。

30. (追加) リソグラフィ工程を含むデバイスの製造方法において、

前記リソグラフィ工程では、請求項1～15、及び26のいずれか一項に記載の露光方法によって、基板上的のストリートラインによって区画された区画領域に所定のパターンを転写することを特徴とするデバイスの製造方法。



## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C. 20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

<b>Date of mailing</b> (day/month/year) 23 February 2000 (23.02.00)	
<b>International application No.</b> PCT/JP99/03458	<b>Applicant's or agent's file reference</b> FNI99031
<b>International filing date</b> (day/month/year) 29 June 1999 (29.06.99)	<b>Priority date</b> (day/month/year) 29 June 1998 (29.06.98)
<b>Applicant</b> MIYACHI, Takashi	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
27 January 2000 (27.01.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:  
\_\_\_\_\_

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Authorized officer

R. Forax

Telephone No.: (41-22) 338.83.38

